



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

***“ELABORACIÓN DE MAPAS TIPO ATLAS DE LAS ZONAS DE RIESGO
DE INUNDACION DEL SECTOR URBANO DE CUENCA”***

Tesina previa a la obtención del
Título de Ingeniero Civil

Autor: Juan Carlos Sánchez Zambrano

Tutor: Ing. Ángel Oswaldo Espinoza Veintimilla

Cuenca. Ecuador

2013



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

El presente trabajo se realiza en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica, en lo concerniente a la elaboración de mapas temáticos. El área de estudio elegida para el desarrollo del tema, ha sido el sector urbano de la ciudad de Cuenca, en la misma luego de recopilar la información necesaria, se procedió con la elaboración y cálculos de mapas sobre el estudio de riesgo de inundación en esta zona, para la cual se utilizó el sistema de coordenadas WGS 84.

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado la herramienta del Arc Gis, de las cuales se utilizó la extensión de Arc Map, la misma que nos permite la elaboración de los Mapas Temáticos así como también establecer una serie de cálculos a partir de los datos existentes. La finalidad de este trabajo es brindar un conocimiento más concreto y preciso de las zonas de riesgo de inundación de la ciudad de Cuenca, para lo cual se utilizó los conocimientos impartidos durante el curso de Graduación, en el módulo de “Sistemas de Información Geográfica”, se enfocó el estudio a la carrera de Ingeniería Civil.

Palabras Clave: Arc Gis, Inundación, Crecida, Sistemas de Información Geográfica, Zona Urbana, Cuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	2
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS	8
CAPITULO 1. Generalidades	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Conceptos generales acerca de los SIG	9
1.2.1 Definiciones Globales	9
1.2.2 Definiciones Funcionales	10
1.2.3 Definiciones Tecnológicas	11
1.3 Utilización de los SIG en proyectos civiles.....	11
1.3.1 Cartografía automatizada.....	12
1.3.2 Infraestructura	12
1.3.3 Gestión territorial	12
1.3.4 Medio ambiente	12
1.3.5 Recursos mineros	13
1.3.6 Ingeniería de Tránsito.....	13
1.3.7 Demografía.....	13
1.3.8 Planimetría	13
1.3.9 Cartografía Digital 3D	14
1.4 El avance e importancia de los SIG	14
1.5 Ubicación del Área de Estudio.	15
1.6 Mapa Satelital	18
CAPITULO 2. Riesgos	19
2.1 Amenaza.....	20
2.1.1 Mapa de Áreas de Inundación	22
2.2 Vulnerabilidad	23
2.2.3 Mapa de Pedios del Sector Urbano de la Ciudad De Cuenca	24
CAPITULO 3. Atlas	25



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.1	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 10 Años.....	25
3.1.1	Mapa de Población Afectada (Periodo de 10 Años).....	27
3.2	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 50 Años.....	28
3.2.1	Mapa de Población Afectada (Periodo de 50 Años).....	30
3.3	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 100 Años.....	31
3.3.1	Mapa de Población Afectada (Periodo de 100 Años).....	33
3.4	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 200 Años.....	34
3.4.1	Mapa de Población Afectada (Periodo de 200 Años).....	36
3.5	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 500 Años.....	37
3.5.1	Mapa de Población Afectada (Periodo de 200 Años).....	39
3.6	Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 1000 Años.....	40
3.6.1	Análisis Poblacional de los Resultados (Periodo de 1000 Años)	42
3.7	Mapa de Zonas de Riesgo de Inundación.....	43
CAPITULO 4. Conclusiones y Recomendaciones.....		46
CAPITULO 5. Bibliografía.....		48

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1 Distribución de Parroquias Urbanas de la Ciudad de Cuenca.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (10 Años)</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (50 Años)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (100 Años)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 5 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (200 Años)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (500 Años)</i>	<i>38</i>
<i>Figura 7 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (1000 Años)</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8 Distribución de Predios en Zonas De Riesgo</i>	<i>44</i>
<i>Figura 9 Distribución de Habitantes en Zonas De Riesgo.....</i>	<i>45</i>



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Juan Carlos Sánchez Zambrano, autor de la tesis “ELABORACIÓN DE MAPAS TIPO ATLAS DE LAS ZONAS DE RIESGO DE INUNDACION DEL SECTOR URBANO DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Civil. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Octubre de 2013


Juan Carlos Sánchez Zambrano
0104251780

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

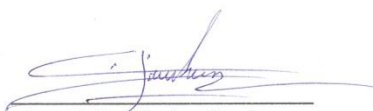


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Juan Carlos Sánchez Zambrano, autor de la tesis “ELABORACIÓN DE MAPAS TIPO ATLAS DE LAS ZONAS DE RIESGO DE INUNDACION DEL SECTOR URBANO DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Octubre de 2013


Juan Carlos Sánchez Zambrano
0104251780

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

Esta monografía va dedicada a los tres pilares fundamentales de mi vida, al amor incondicional de mi madre Betty, a la confianza puesta en mí de mi padre Carlos, y a la responsabilidad incentivada de mi colega, amigo, primo, y hermano Jorge. Ya que ellos me han hecho la persona que soy ahora, y me han sido de esencial ayuda para lograr todas las metas impuestas en mi vida.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer un extensivo agradecimiento, a todas las personas de que de una u otra manera, me ayudaron para la elaboración y terminación de este trabajo de graduación, a todos los profesores y compañeros que durante mi vida estudiantil, me ayudaron a tener una base sólida de conocimientos y valores.

Quiero agradecer de manera especial al Ing. Ángel Espinoza, profesor de la Universidad de Cuenca, y tutor de esta monografía, que fue la guía para realizar adecuadamente la elaboración de este trabajo.



CAPITULO 1. Generalidades

1.1 Introducción

Un Sistema de Información Geográfico (SIG) particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada. La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis. La construcción de modelos de simulación como se llaman, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias y así poder lograr establecer los diferentes factores influyentes.

1.2 Conceptos generales acerca de los SIG

Para comenzar nuestro trabajo específico, se deberá intentar establecer un marco conceptual con la mayor exactitud posible para definir los Sistemas de Información Geográfica. Se va a organizar y resumir los conceptos más importantes y utilizados que se tiene de los SIG.

A continuación se presentara una recopilación de definiciones, las mismas que fueron obtenidas de bibliografía, a estas definiciones se las clasificara según el aspecto que hace mayor hincapié, es decir se dividirá en definiciones: globales, funcionales y tecnológicas.

1.2.1 Definiciones Globales

Son aquellas que hacen referencia a los objetivos generales de un SIG, la idea global prevalece sobre la técnica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

A continuación se citaran algunas definiciones:

- Un Sistema de Información Geográfica puede ser concebido como una especialización de un sistema de bases de datos, caracterizado por su capacidad de manejar datos geográficos, que están georeferenciados y los cuales pueden ser visualizados como mapas (BRACKEN AND WEBSTER, 1992)
- Un SIG abarca tecnología de la información, gestión de la información, asuntos legales y de negocios, y conceptos específicos de materias de un gran abanico de disciplinas, pero es implícito en la idea de SIG que es una tecnología usada para tomar decisiones en la solución de problemas que tenga al menos una parte de componente espacial (MAGUIRE, GOODCHILD y RHIND, 1991)

1.2.2 Definiciones Funcionales

Son las que atienden a las tareas que puede realizar. En principio estos sistemas deben servir para un objetivo básico que es la comprensión y uso de datos espaciales

A continuación se citaran algunas definiciones:

- Software utilizado para automatizar, analizar y representar datos gráficos georeferenciados y organizados según un modelo topológico (AESIGT, 1993)
- Sistema computarizado que provee los siguientes cuatro conjuntos de operaciones para tratar datos georeferenciados: 1) entrada de datos; 2) uso de los datos (almacenamiento y recuperación); 3) manipulación y análisis; 4) salida (ARONOFF, 1991)
- Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos (BURROUGH y MCDONNELL, 1997)
- Sistema para capturar, almacenar, validar, integrar, manipular, analizar y representar datos referenciados sobre la tierra (DOE, 1987)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.2.3 Definiciones Tecnológicas

Son aquellas que destacan el empleo de medios informáticos. Incide el uso de la informática como medio para el fin último: la comprensión de los datos espaciales.

A continuación se citaran algunas definiciones:

- Tecnología informática para gestionar y analizar la información espacial (BOSQUE, 1992)
- SIG como denominación de bases de datos computadorizada que contiene información espacial (CEBRIÁN, 1988)
- Modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligado a la tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas concretas (RODRÍGUEZ PASCUAL, 1993)
- Sistema digital para el análisis y manipulación de todo tipo de datos geográficos a fin de aportar información útil para las decisiones territoriales (TOMLINSON, 1984)

Para concluir se dará una posible definición de los Sistemas de Información Geográfica.

Un SIG puede definirse como: **un sistema de hardware y software que usa información geográfica georreferenciada relacionada con bases de datos, la analiza y transforma, generando nueva información.**

1.3 Utilización de los SIG en proyectos civiles

En la mayoría de los sectores los SIG pueden ser utilizados como una herramienta de ayuda a la gestión y toma de decisiones, a continuación se describen brevemente algunas de sus aplicaciones principales:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.3.1 Cartografía automatizada

Las entidades públicas han implementado este componente de los SIG en la construcción y mantenimiento de planos digitales de cartografía. Dichos planos son puestos a disposición de las empresas a las que puedan resultar de utilidad estos productos con la condición de que estas entidades se encargan posteriormente de proveer versiones actualizadas de manera periódica.

1.3.2 Infraestructura

Algunos de los primeros sistemas SIG fueron utilizados por las empresas encargadas del desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua, teléfono, alcantarillado, etc.; en este caso, los sistemas SIG almacenan información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de los mismos. Estos sistemas almacenan información relativa a la conectividad de los elementos representados gráficamente, con el fin de realizar un análisis de redes.

La elaboración de mapas, así como la posibilidad de realizar una consulta combinada de información, ya sea gráfica o alfanumérica, son las funciones más comunes para estos sistemas, también son utilizados en trabajos de ingeniería, inventarios, planificación de redes, gestión de mantenimiento, entre otros.

1.3.3 Gestión territorial

Son aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de entidades territoriales y permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, y suministran herramientas para el análisis espacial de la información. Facilitan labores de mantenimiento de infraestructura, mobiliario urbano, etc., y permiten realizar una optimización en los trabajos de mantenimiento de empresas de servicios. Tienen la facilidad de generar documentos con información gráfica y alfanumérica.

1.3.4 Medio ambiente

Son aplicaciones implementadas por instituciones de medio ambiente, que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos. Integrados con sistemas de adquisición de datos permiten el análisis en tiempo real de la concentración de contaminantes, a fin de tomar las precauciones y medidas del caso. Facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como reforestación, explotaciones agrícolas, estudios de representatividad, caracterización de ecosistemas, estudios de fragmentación, estudios de especies, etc.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.3.5 Recursos mineros

El diseño de estos SIG facilitan el manejo de un gran volumen de información generada en varios años de explotación intensiva de un banco minero, suministrando funciones para la realización de análisis de elementos puntuales (sondeos o puntos topográficos), lineales (perfiles, tendido de electricidad), superficies (áreas de explotación) y volúmenes (capas geológicas). Facilitan herramientas de modelación de las capas o formaciones geológicas.

1.3.6 Ingeniería de Tránsito

Sistemas de Información Geográfica utilizados para modelar la conducta del tráfico determinando patrones de circulación por una vía en función de las condiciones de tráfico y longitud. Asignando un costo a los o puntos en los que puede existir un semáforo, se puede obtener información muy útil relacionada con análisis de redes.

1.3.7 Demografía

Se evidencian en este tipo de SIG un conjunto diverso de aplicaciones cuyo vínculo es la utilización de las variadas características demográficas, y en concreto su distribución espacial, para la toma de decisiones. Algunas de estas aplicaciones pueden ser: el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, zonificación electoral, etc. El origen de los datos regularmente corresponde a los censos poblacionales elaborados por alguna entidad gubernamental; para el caso de México el organismo encargado de la procuración de datos generales es el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, este grupo de aplicaciones no obligan a una elevada precisión, y en general, manejan escalas pequeñas.

1.3.8 Planimetría

La planimetría tiene como objetivo la representación bidimensional del terreno proporcionándole al usuario la posibilidad de proyectar su trabajo sobre un papel o en pantalla sin haber estado antes en el sitio físico del proyecto. El fin de la planimetría es que el usuario tenga un fácil acceso a la información del predio; por ejemplo, saber qué cantidad de terrenos desocupados se encuentran en el lugar, o qué cantidad de postes telefónicos necesita para ampliar su red, o qué cantidad de cable necesita para llegar hasta un cliente, o emplearlo en soluciones móviles, o utilizarlo como plataforma de archivos GIS. En otras palabras, permite el usuario visualizar de forma clara y con gran exactitud la información que se encuentra dentro de su proyecto. Existen distintos tipos de planimetría, que van de la mas básica a la más completa. La elección del tipo de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

planimetría depende del tipo de información que el usuario vaya a necesitar para su proyecto.

1.3.9 Cartografía Digital 3D

Este tipo de información tridimensional de construcciones civiles, es requerida para realizar, por ejemplo, la planeación de la cobertura de las ondas de radio en una población ubicando los rebotes de ondas radiales entre antenas, optimización de redes, ubicación de antenas, interferencias de radio frecuencia, tendido de líneas de transmisión en 3D; o en el caso de la planeación de un aeropuerto este modelado tridimensional permitiría realizar el estudio de los espacios aéreos que intervienen en el proceso de diseño referenciado, en su caso, la viabilidad técnica de su construcción

1.4 El avance e importancia de los SIG

En los años 1960 y 1970 emergieron nuevas tendencias en la forma de utilizar los mapas para la valoración de recursos y planificación. Dándose cuenta de que las diferentes coberturas sobre la superficie de la tierra no eran independientes entre sí, sino que guardaban algún tipo de relación, se hizo latente la necesidad de evaluarlos de una forma integrada y multidisciplinaria. Una manera sencilla de hacerlo era superponiendo copias transparentes de mapas de coberturas sobre mesas iluminadas y encontrar puntos de coincidencia en los distintos mapas de los diferentes datos descriptivos.

Luego, esta técnica se aplicó a la emergente tecnología de la informática con el procedimiento de trazar mapas sencillos sobre una cuadrícula de papel ordinario, superponiendo los valores de esa cuadrícula y utilizando la sobreimpresión de los caracteres de la impresora por renglones para producir tonalidades de grises adecuadas a la representación de valores estadísticos, en lo que se conocía como sistema reticular; sin embargo, estos métodos no se encontraban desarrollados lo suficiente y no eran aceptados por profesionales que manejaban, producían o usaban información cartográfica.

A finales de los años 70's el uso de computadoras progreso rápidamente en el manejo de información cartográfica, y se afinaron muchos de los sistemas informáticos para distintas aplicaciones cartográficas. De la misma manera, se estaba avanzando en una serie de sectores ligados, entre ellos la topografía, la fotogrametría y la percepción remota. En un principio, este rápido ritmo de desarrollo provocó una gran duplicación de esfuerzos en las distintas disciplinas relacionadas con la cartografía, pero a medida



UNIVERSIDAD DE CUENCA

que se aumentaban los sistemas y se adquiría experiencia, surgió la posibilidad de articular los distintos tipos de elaboración automatizada de información espacial, reuniéndolos en verdaderos sistemas de información geográfica para fines generales.

A principios de los años 80's, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se habían convertido en un modelo plenamente operativo, a medida que la tecnología de cómputo se perfeccionaba, se hacía menos costosa y gozaba de una mayor aceptación. Actualmente se están instalando rápidamente estos sistemas en los organismos públicos, los laboratorios de investigación, las instituciones académicas, la industria privada y las instalaciones militares y públicas.

1.5 Ubicación del Área de Estudio.

Como se mencionó anteriormente, la zona de nuestro estudio es el sector urbano de la ciudad de Cuenca que se encuentra dentro del cantón Cuenca, esta se encuentra en la parte nororiental ($X=721326.06$ m E, $Y=9679189.38$ m S). Se ubica en el austro ecuatoriano, en la provincia del Azuay.

Está ubicada entre los 2550 metros sobre el nivel del mar, en una zona de características climáticas con una temperatura variable entre 7 a 15 °C en invierno y 12 a 25 °C en verano.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Abarca quince parroquias urbanas, que se dividen de la siguiente manera:

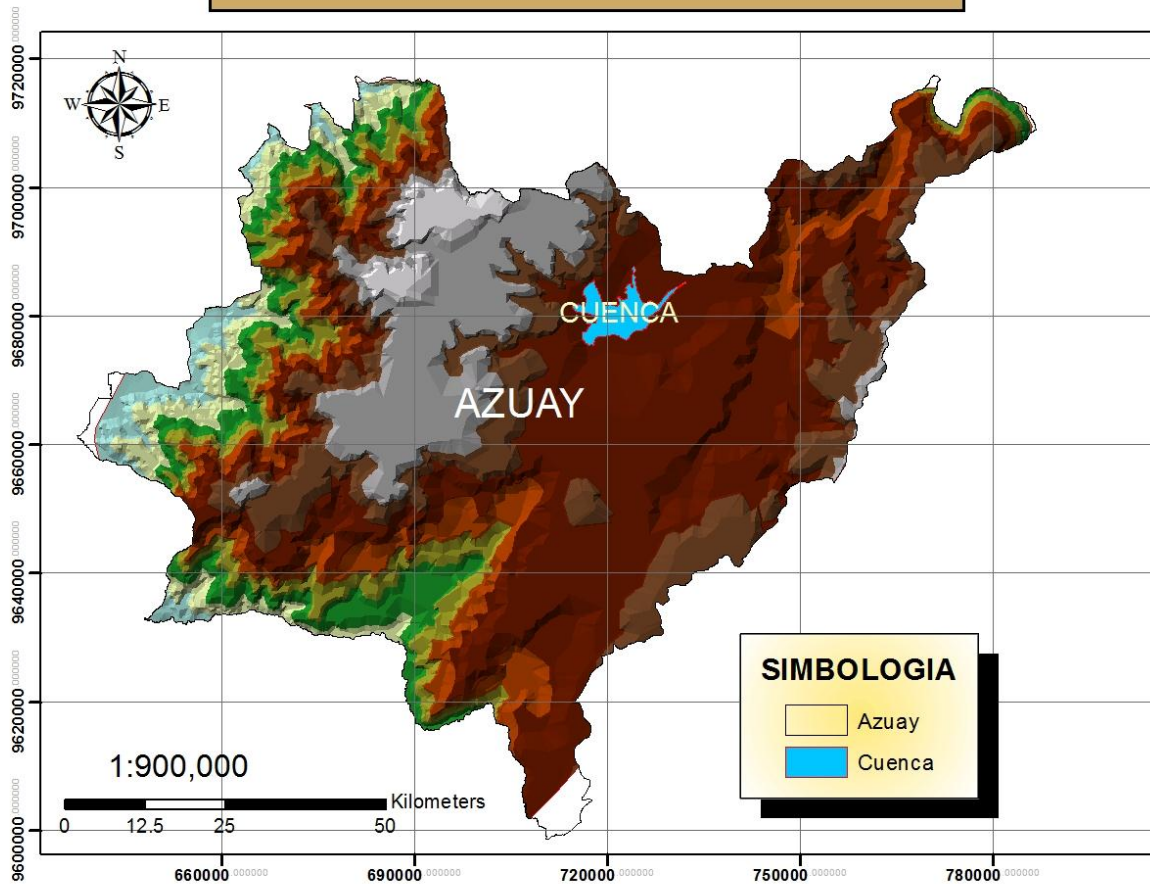
Parroquias Urbanas		
	1. San Sebastián	10. Huayna Capac
	2. El Batán	11. Hermano Miguel
	3. Yanuncay	12. El Vecino
	4. Bellavista	13. Totoracocha
	5. Gill Ramírez Dávalos	14. Monay
	6. El Sagrario	15. Machángara
	7. San Blas	
	8. Cañaribamba	
	9. Sucre	

Figura 1 Distribución de Parroquias Urbanas de la Ciudad de Cuenca

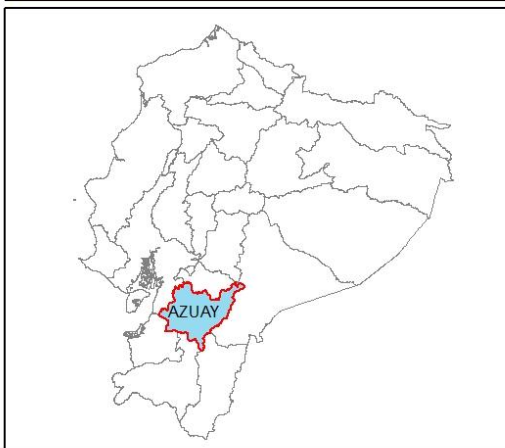


UNIVERSIDAD DE CUENCA

MAPA DE UBICACIÓN



UBICACIÓN EN EL ECUADOR



MONOGRAFÍA INGENIERÍA CIVIL

Tema: Elaboración De Mapas Tipo Atlas De Las Zonas De Riesgo De Inundación Del Sector Urbano De Cuenca

Autor: Juan Carlos Sánchez

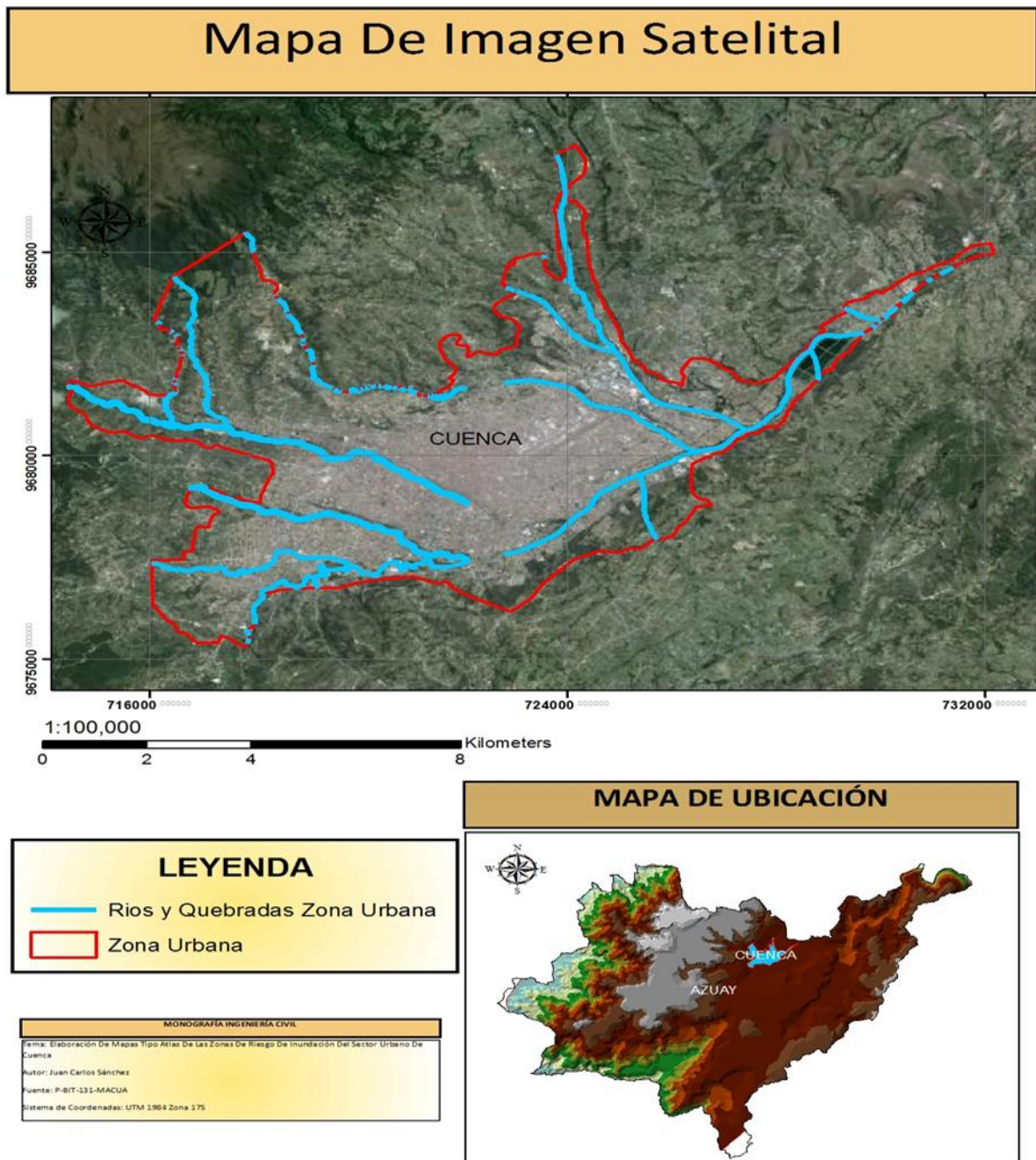
Fuente: P-BIT-131-MACUA

Sistema de Coordenadas: UTM 1984 Zona 17S



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.6 Mapa Satelital



En esta mapa se encuentra la imagen satelital, la misma que sirve de base para la generación de los archivos vectoriales y raster, que nos permiten realizar un estudio más profundo y detallado. La imagen satelital es de mucha importancia ya que es por lo general con la información que se parte para realizar un estudio de este tipo.



CAPITULO 2. Riesgos

El **Riesgo** se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

Vulnerabilidad son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA

Exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

Susceptibilidad es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

Resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

En nuestro proyecto la amenaza está dada por los eventos de crecidas de los ríos y quebradas de la zona de estudio, dando como resultado áreas de inundación las cuales afectaran a los predios vulnerables, es decir, los predios que estén más expuestos y tengan un grado mayor de susceptibilidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.1 Amenaza

Las inundaciones se producen por cambios súbitos del nivel del agua superficial, de manera que esta rebasa su confinamiento natural y cubre una porción del suelo que anteriormente no estaba cubierta producto de otros procesos naturales, como:

- Huracanes
- Ciclones
- Fuertes lluvias

A parte de estos, la influencia humana es en mucho de los casos la causa de las inundaciones, y en otros agudiza sus efectos.

Todos los años millones de personas se ven afectadas por las inundaciones, y para muchos países devienen el proceso geológico más destructivo.

Factores que intervienen en la formación de una inundación

- **Factores condicionantes**

Morfología del Terreno. La configuración llana del terreno facilita la expansión del agua; los cambios súbitos de pendiente favorecen el aumento de la velocidad del agua y su concentración súbita.

Tipo de Terreno. La composición litológica del terreno determina su capacidad de drenaje y erosión, de modo que condicionará que los ríos puedan llevar más o menos carga en el momento de desbordamiento.

Morfometría fluvial. Los sistemas fluviales pueden tener diferentes morfologías: trenzados, meandriiformes, rectilíneos, que pueden determinar la velocidad del agua, el desbordamiento por zonas preferenciales, etc.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- **Factores desencadenantes**

Meteorológicos. La intensidad de precipitación puede superar la capacidad de drenaje del sistema y provocar desbordamiento.

Sísmico. Los terremotos pueden desencadenar tsunamis que pueden provocar grandes inundaciones en la zona litoral.

Deforestación. La falta de una cobertura vegetal bien desarrollada provoca el aumento de la escorrentía del agua sobre el terreno.

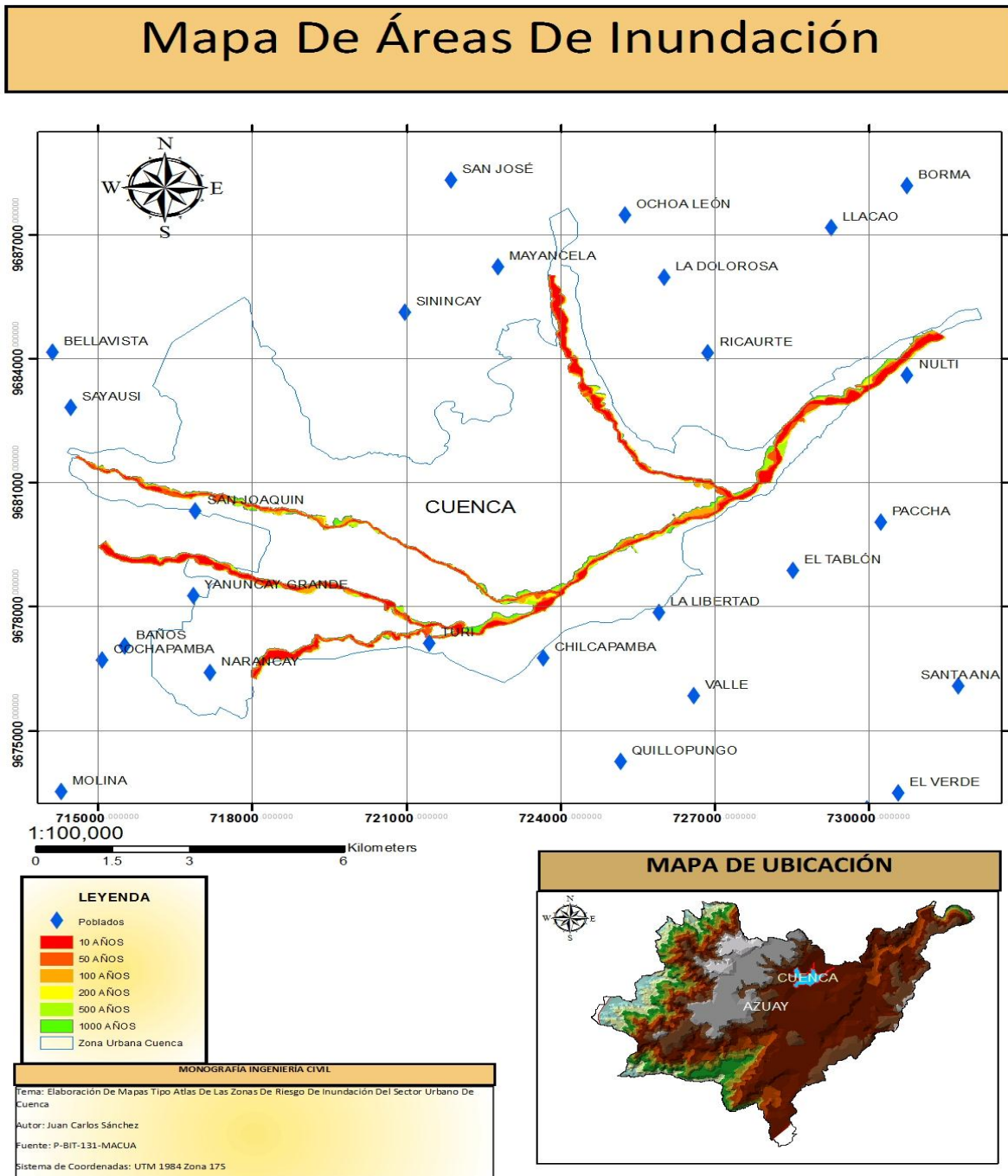
Obstrucción del lecho. La escombrera en el lecho formado por desperdicios, troncos pueden actuar de tapón, obstruir el agua y provocar inundaciones.

Pavimentación y confinamiento del lecho. Permiten aumentar la velocidad de la escorrentía y disminuyen (o anulan) la infiltración del agua en el subsuelo. Por otro lado, favorecen la sedimentación de materiales en el fondo del cauce, su relleno y colapso a lo largo del tiempo, y hacen aumentar el nivel topográfico por donde circula el agua



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.1.1 Mapa de Áreas de Inundación



Este mapa nos permite observar las áreas de inundación para cada evento de crecida (10, 50, 100, 200, 500, 1000 años de periodo de retorno), en el sector urbano de la ciudad de Cuenca. También se presentan los centros poblados cercanos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.2 Vulnerabilidad

En el sector urbano de Cuenca según el último censo (2010) existen 331 888 habitantes en un área de 70'594807.3 metros cuadrados.

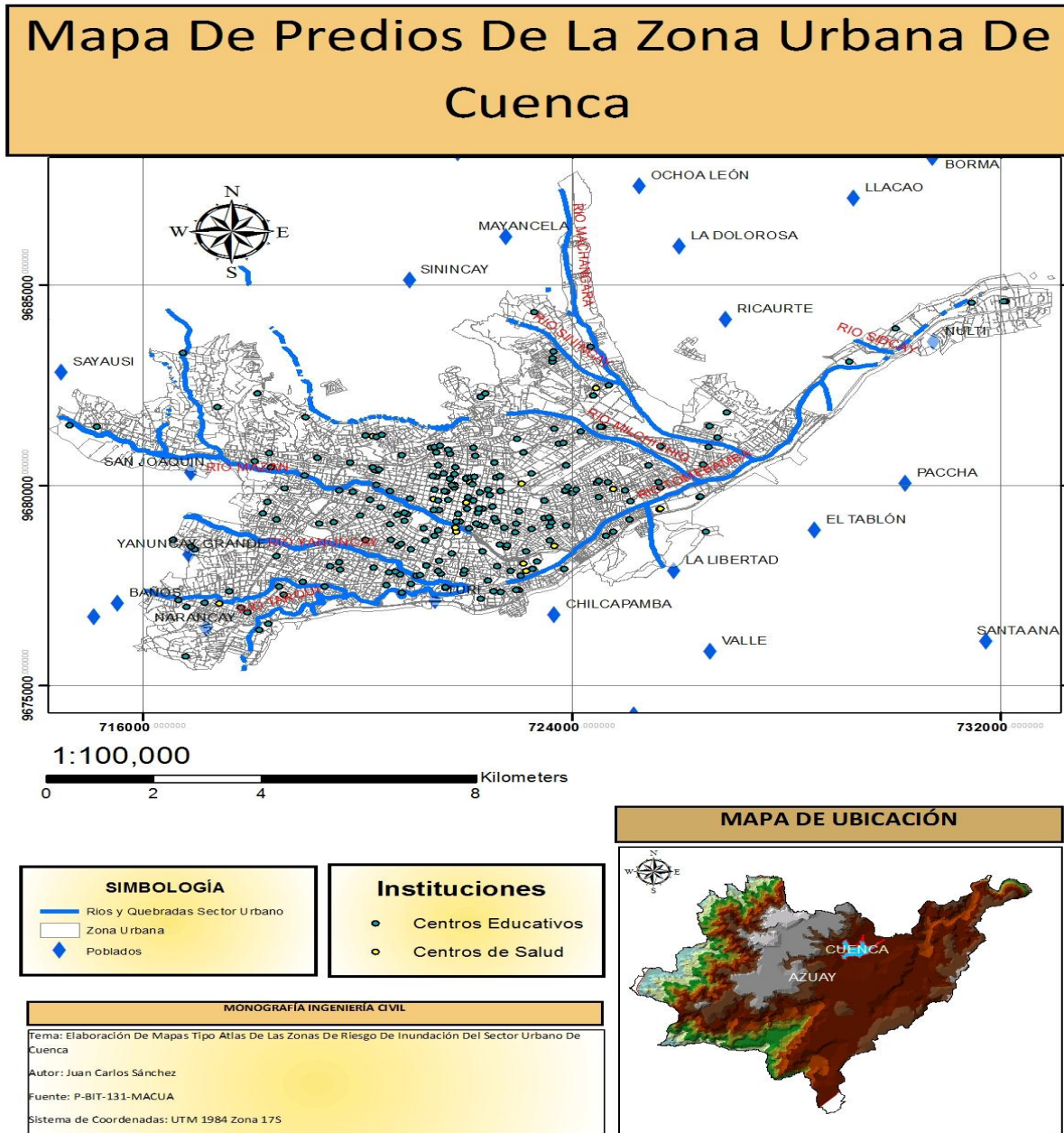
El incremento poblacional de la ciudad de Cuenca en el área objeto de este estudio en estos últimos diez años (INEN censos 2001-2010) es muy bajo, por lo tanto este incremento no afecta el aumento de riesgo de inundación.

Por otro lado el crecimiento urbano en las diferentes áreas de riesgo inundación, en áreas que se destinaban a la actividad agropecuaria, es muy alto. Por lo tanto se ha incrementado personas vienes y predios que pueden ser afectados por estas inundaciones.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.2.3 Mapa de Pedios del Sector Urbano de la Ciudad De Cuenca



Se presenta en el mapa expuesto los predios de la zona urbana de la ciudad de Cuenca, también se puede apreciar los ríos y quebradas más importantes que la atraviesan, y los poblados más cercanos; también se pueden observar los centros educativos y de salud de esta zona, estos centros son de gran importancia ya que en una emergencia pueden servir de refugio y brindar atención a los heridos o afectados.

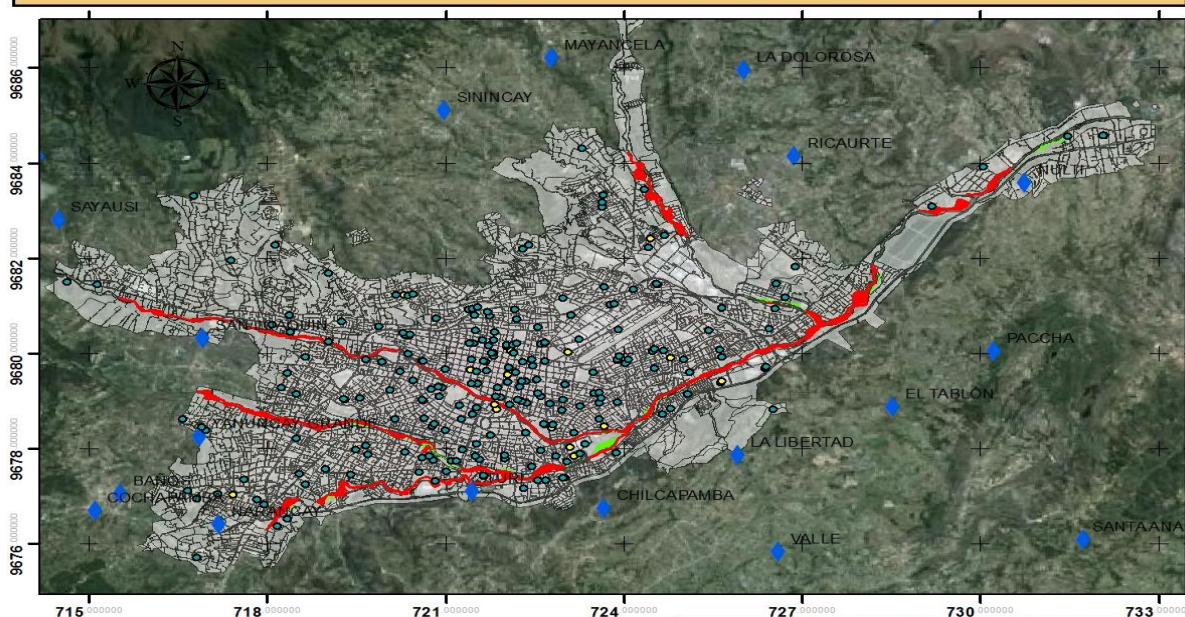


UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO 3. Atlas

3.1 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 10 Años

Mapa De Predios Afectados Para Un Periodo De Retorno De: 10 Años



1:100,000
0 1 2 4 6 Kilometers

SIMBOLOGÍA

- ◆ Poblados
- Predios Afectados
- Zona Urbana

TIPO DE PREDIOS

- Centros Educativos
- Centros de Salud
- Area no Poblada Afectada

MAPA DE UBICACIÓN



611 Predios Afectados

Área Afectada 1'014650.63m²

MONOGRAFÍA INGENIERÍA CIVIL

Tema: Elaboración De Mapas Tipo Atlas De Las Zonas De Riesgo De Inundación Del Sector Urbano De Cuenca

Autor: Juan Carlos Sánchez

Fuente: P-BIT-131-MACUA

Sistema de Coordenadas: UTM 1984 Zona 17S



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Este mapa presenta los posibles predios afectados y las áreas perturbadas no pobladas por la crecida de los ríos y quebradas de la zona de estudio, la misma que son tomadas con un periodo de retorno de 10 años, este mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca.

Como se presenta en el mapa, de los 611 predios afectados, ninguno de ellos fue una institución a pesar que muchas de ellas se encuentran cerca de las orillas y cerca de las áreas de incidencia.

En este mapa se puede observar que el área total de incidencia es de 1'014650.63m², representando el 1.437% del área urbana de la ciudad de Cuenca. La cual se divide en área de predios y área no poblada que representan un 1.16% y 0.28% respectivamente, del total del área urbana de la ciudad de Cuenca.

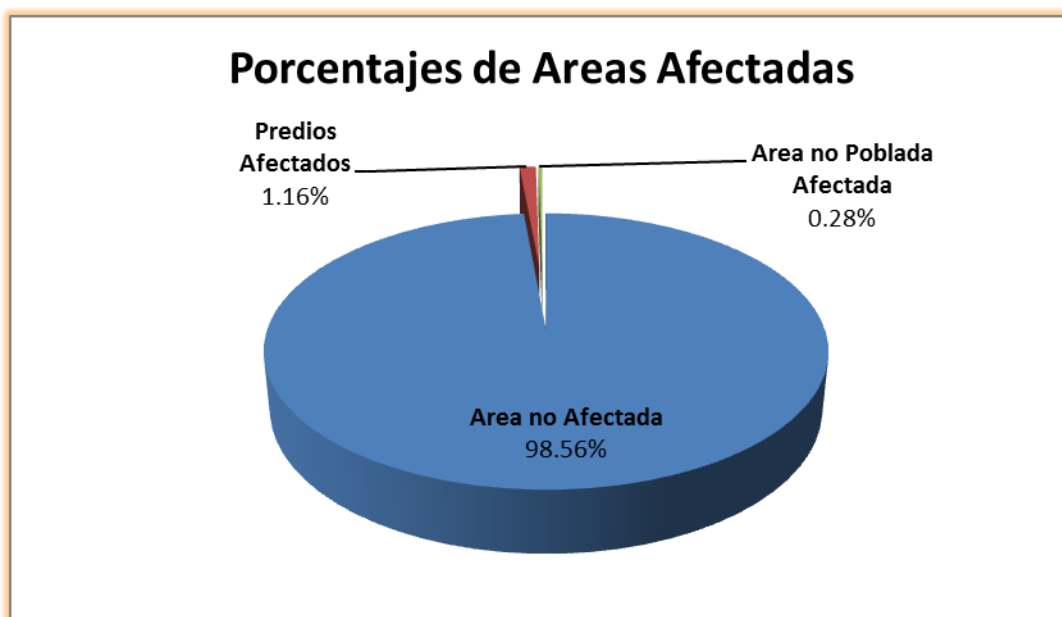
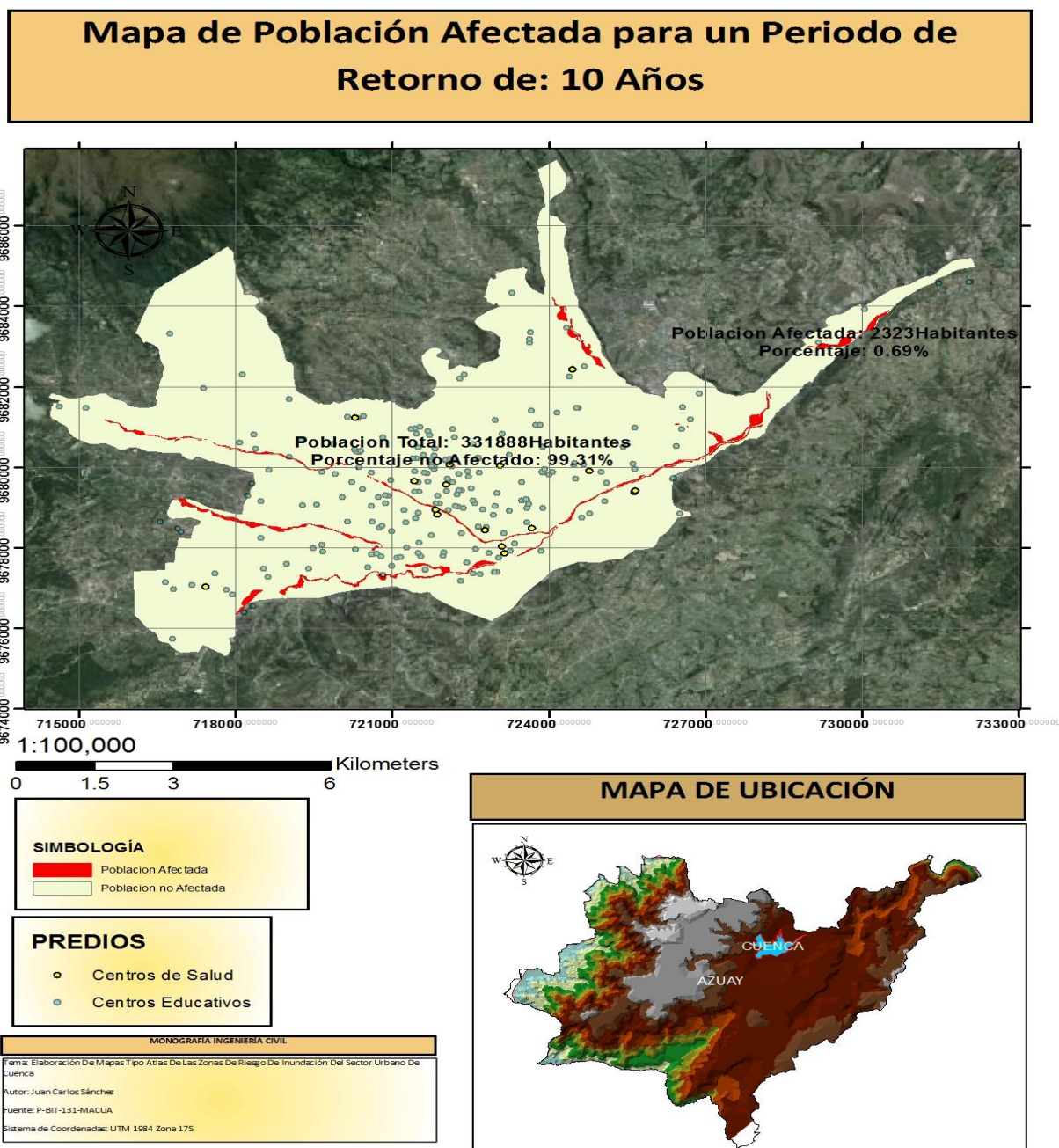


Figura 2 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (10 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.1.1 Mapa de Población Afectada (Periodo de 10 Años)



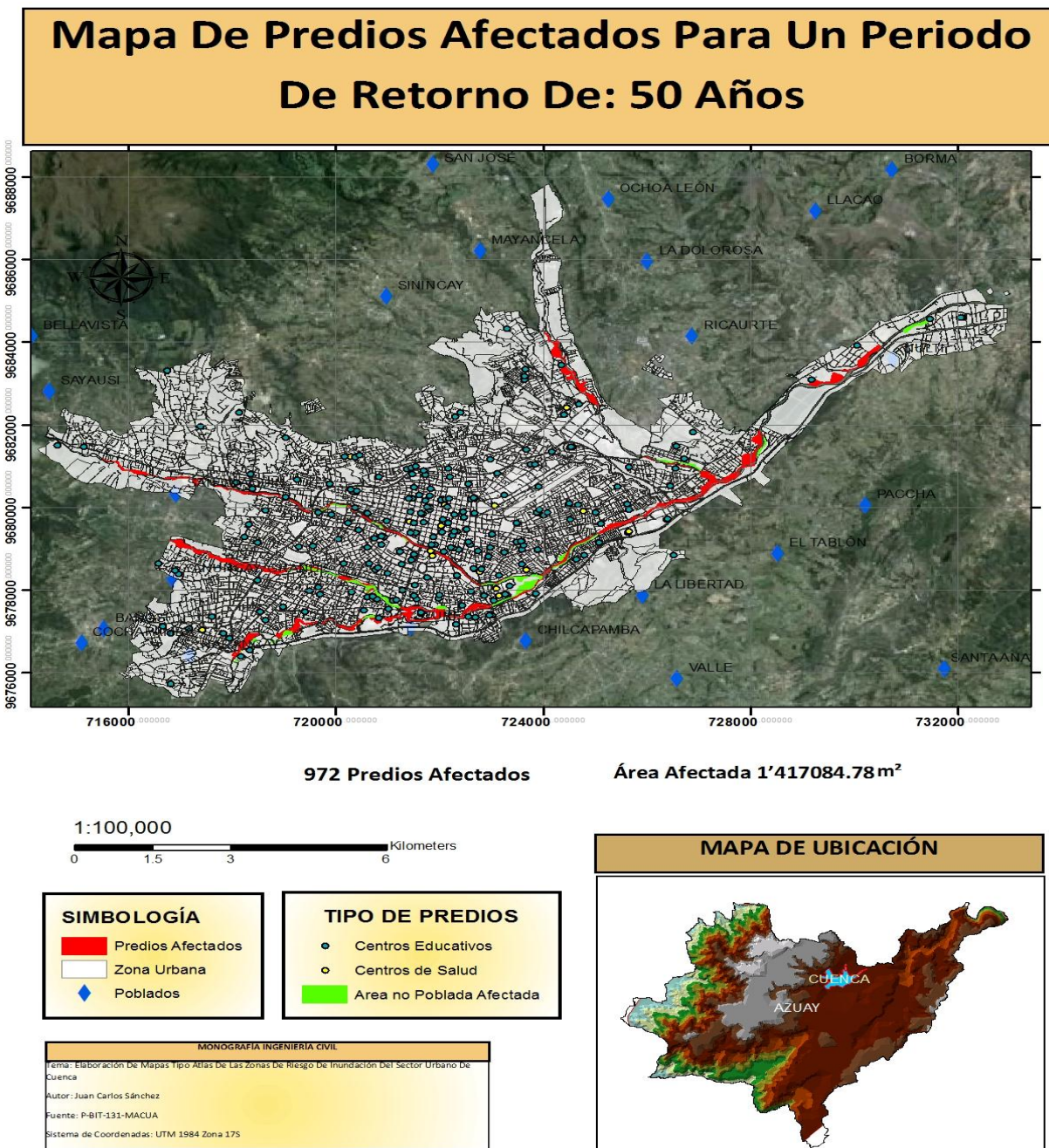
Como muestra el mapa anterior, fueron afectados **611** predios por la crecida para un periodo de retorno de 10 años. El INEC recomienda para un análisis poblacional, que en cada vivienda habitan 3.8 personas, Por lo tanto la posible población que se ve



UNIVERSIDAD DE CUENCA

afectada por esta amenaza es de **2323 habitantes**, que constituye un **0.69%** del total habitantes de la zona urbana.

3.2 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 50 Años





UNIVERSIDAD DE CUENCA

El mapa presentado, constituye los predios afectados por el evento de crecida de ríos y quebradas del sector urbano de Cuenca para un periodo de retorno de 50 años, este mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca.

Como se puso observar ningún centro educativo y de salud fue perturbado por este evento de crecida, aunque la zona de incidencia está muy cerca de ellos.

En el mapa se logra determinar que el área afectada por la amenaza de inundación es de 1'417 084.98 m², significando el 2% del área total urbana de la ciudad de Cuenca. Esta área perturbada está compuesta por un 79.68% (1129197.78m²) de predios, y un 20.32%(287887.2 m²) de área no poblada; esta área no poblada se consideran los parques y orillas de los ríos, como se puede ver en el mapa anterior, el parque “El Paraíso” es el que más sufre con estos eventos de crecida.

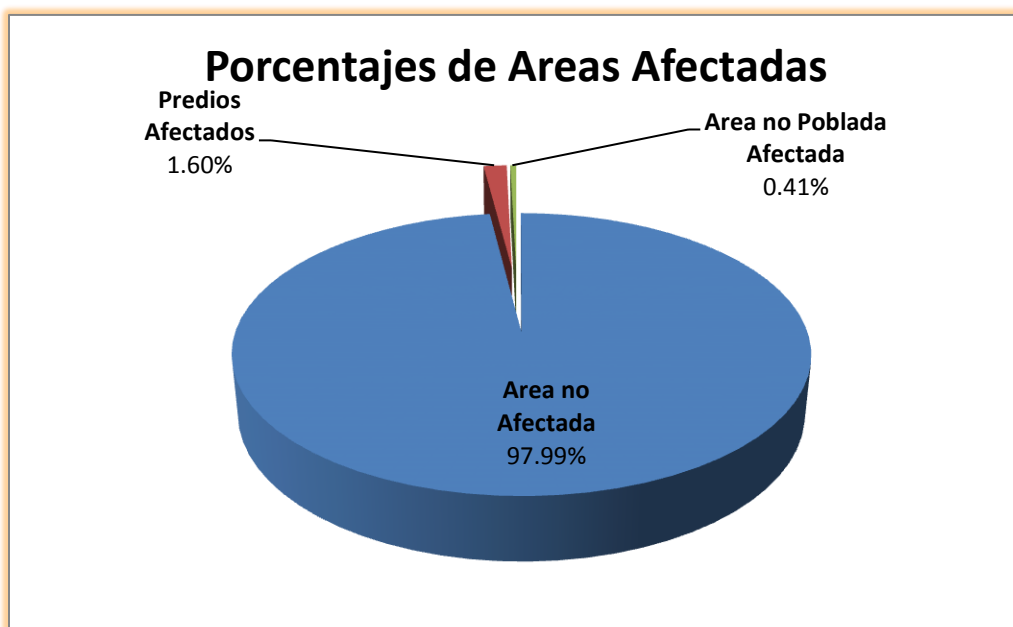
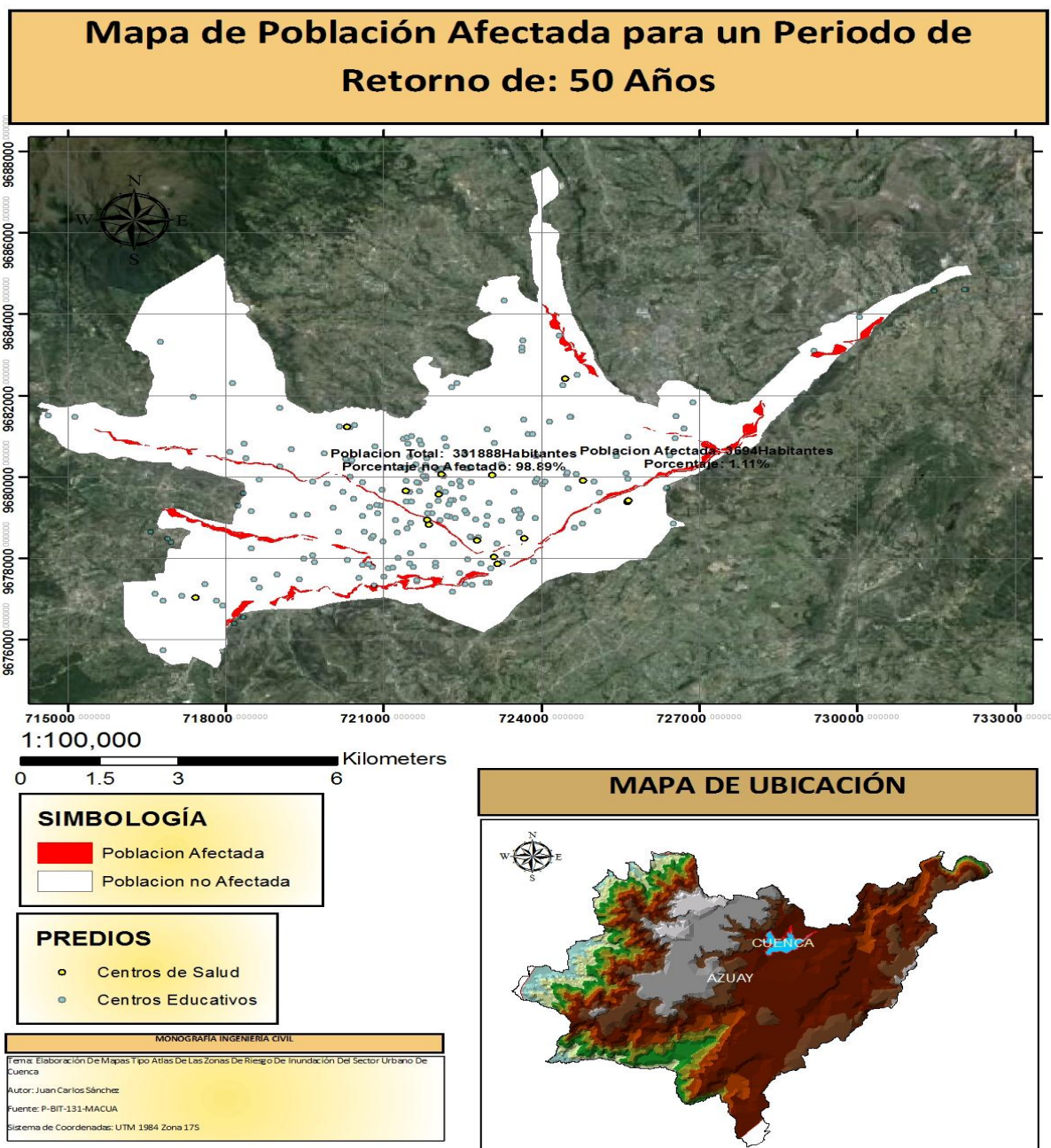


Figura 3 Porcentaje del Área Afectada de la Cuidad de Cuenca (50 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.2.1 Mapa de Población Afectada (Periodo de 50 Años)



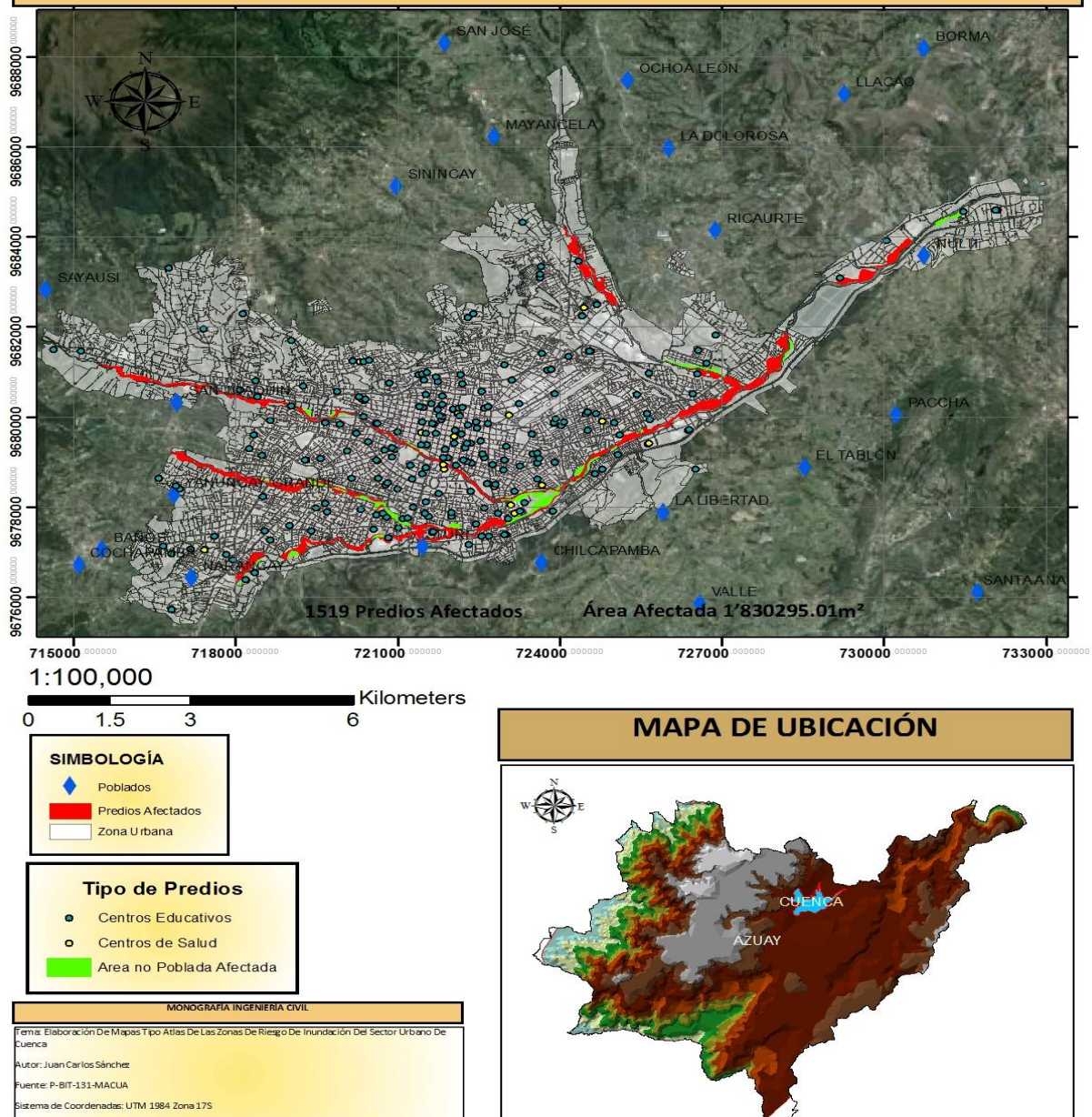
Como se pudo observar en el mapa, el evento de crecida para un periodo de retorno de 50 años perturbo a **972** predios. Con el mismo criterio tomado anteriormente, se puede decir que la posible población que se vea afectada por este evento sea de **3694 habitantes**, que representa un **1.11%** del total de la población urbana.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.3 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 100 Años

Mapa De Predios Afectados Para Un Periodo De Retorno De: 100 Años





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Se presenta en el mapa expuesto los predios y áreas no pobladas que se ven afectados por el evento de crecida de ríos y quebradas de la zona de estudio para un periodo de retorno de 100 años, este mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca

Como se puede observar en este mapa ningún centro de salud y educativo, se ve afectado por este evento de crecida, aunque se podrían ver inquietados en la accesibilidad por la proximidad a la zona de incidencia.

Con este mapa se consigue observar que el área afectada por la crecida es de 1'830295.07 m², siendo el 2.59% del área total urbana de la ciudad de Cuenca. Esta zona se la puede dividir en predios afectados, representando un 80.94% (1'481353.87m²) y en área no poblada, constituyendo un 19.06% (348941.2m²) del área de incidencia.

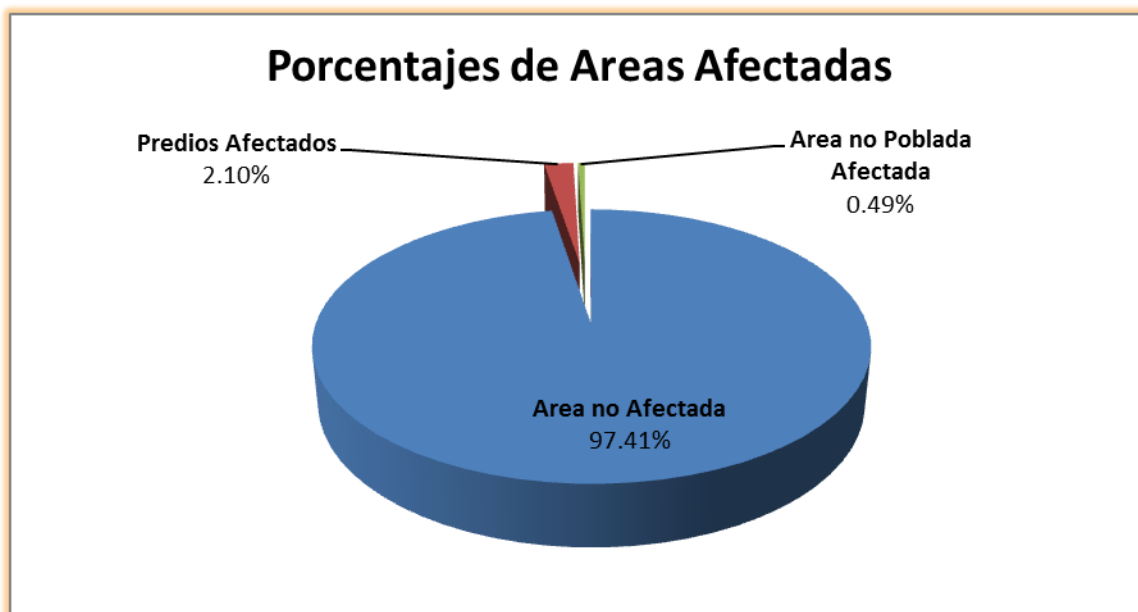
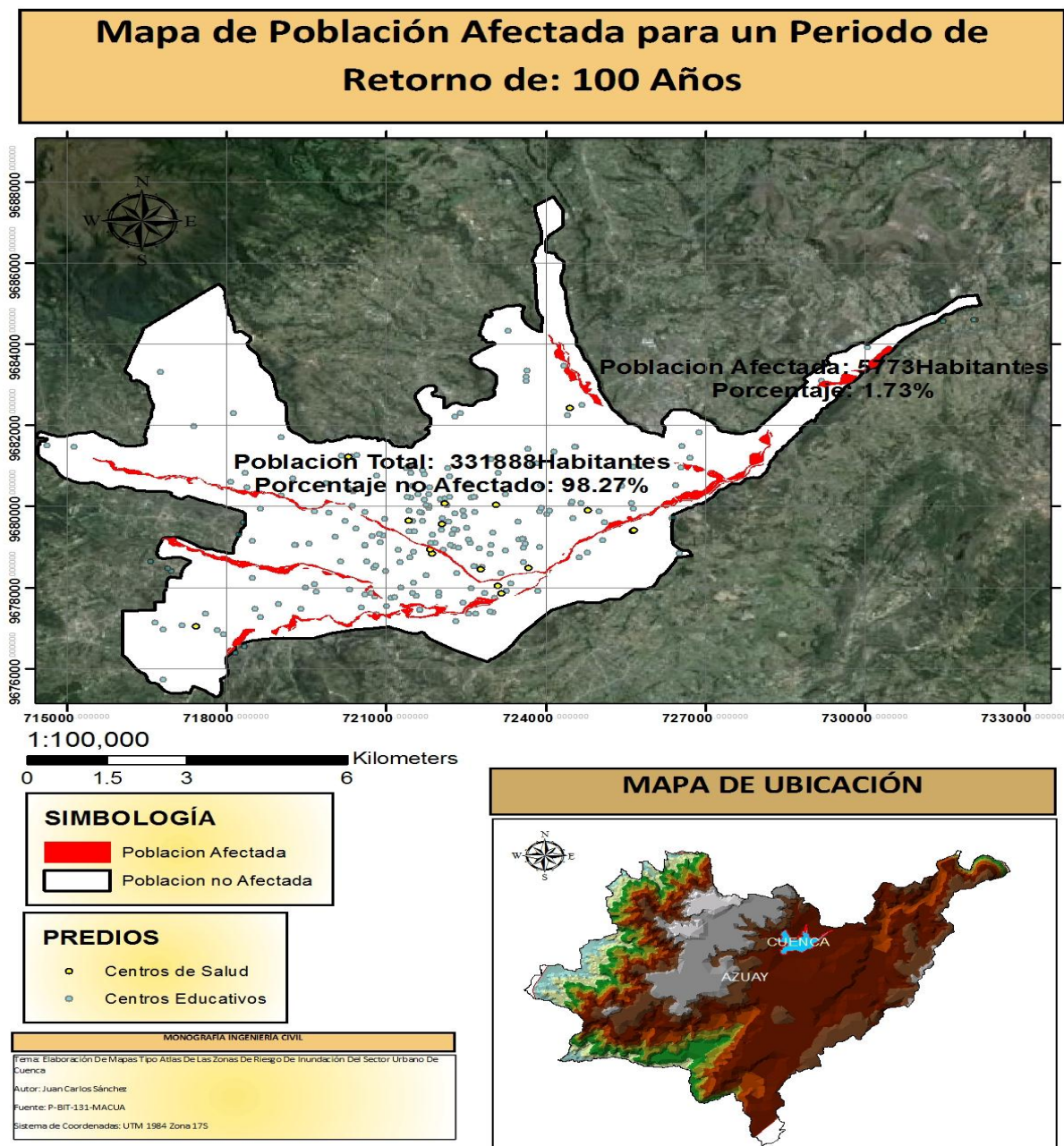


Figura 4 Porcentaje del Área Afectada de la Ciudad de Cuenca (100 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.3.1 Mapa de Población Afectada (Periodo de 100 Años)



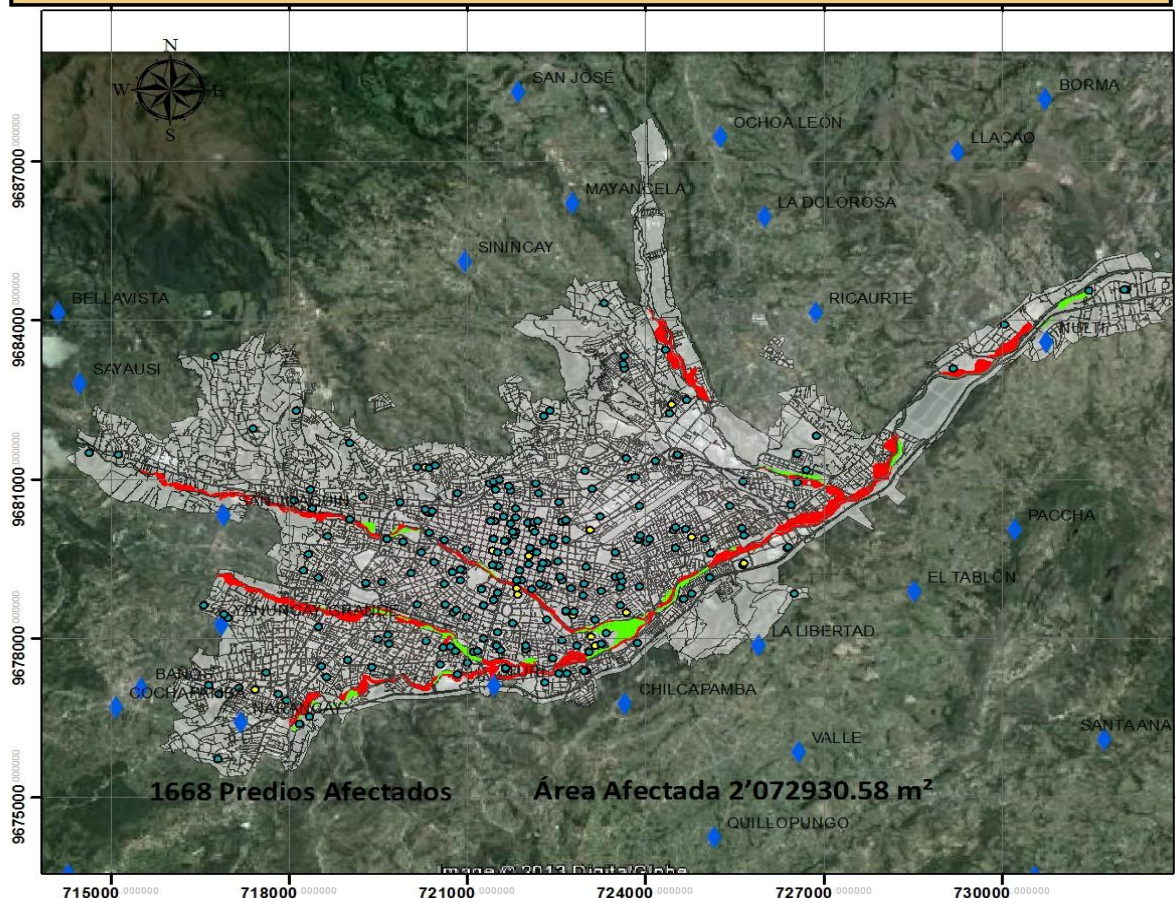
En este mapa se pudo apreciar que el evento de crecida para un periodo de retorno de 100 años afecto a **1519** predios. Aplicando el criterio del INEC, la posible población afectada es **5773 personas**, que constituyen un **1.73%** de la población urbana de la ciudad de Cuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.4 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 200 Años

Mapa De Predios Afectados Para Un Periodo De Retorno De: 200 Años



1:100,000

0 2 4 8 Kilometers

SIMBOLOGÍA

- ◆ Poblados
- Predios Afectados
- Zona Urbana

Tipo de Predios

- Centros Educativos
- Centros de Salud
- Área no Poblada Afectada

MONOGRAFÍA INGENIERÍA CIVIL

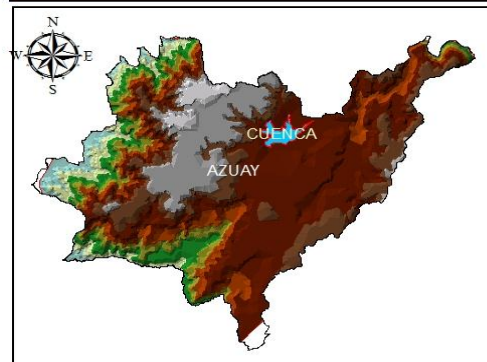
Tema: Elaboración De Mapas Tipo Atlas De Las Zonas De Riesgo De Inundación Del Sector Urbano De Cuenca

Autor: Juan Carlos Sánchez

Fuente: P-BIT-131-MACUA

Sistema de Coordenadas: UTM 1984 Zona 17S

MAPA DE UBICACIÓN





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Este mapa nos muestra los predios y áreas no pobladas que se ven perturbados por el evento de crecida de ríos y quebradas del sector urbano de la ciudad de Cuenca para un periodo de retorno de 200 años, este mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca.

Como se puede apreciar en el mapa anterior, para este evento de crecida no se ven afectados ningún centro educativo y de salud.

Con este mapa se logra determinar que el área afectada por la crecida es de 2'072930.58 m², siendo el 2.94% del área total urbana de la ciudad de Cuenca. Esta zona perturbada se encuentra formada por el área de predios, que es el 77.23% (1'600944.48m²) de la zona perturbada, y por la zona no poblada que representa el 22.77%(471 986.1m²).

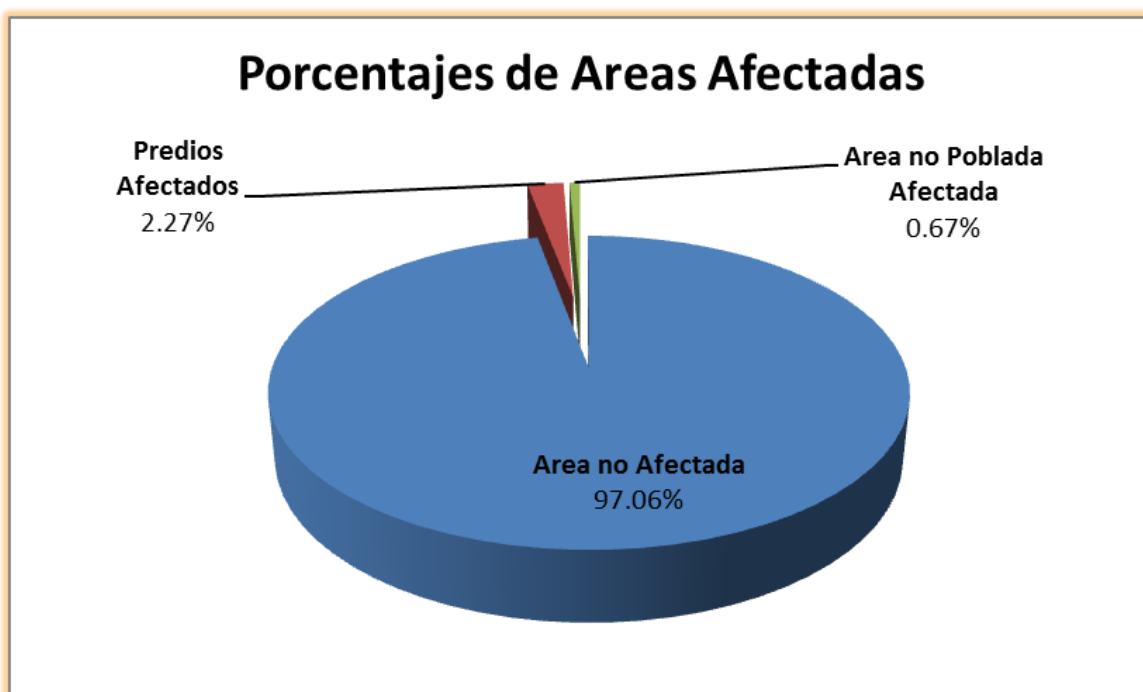
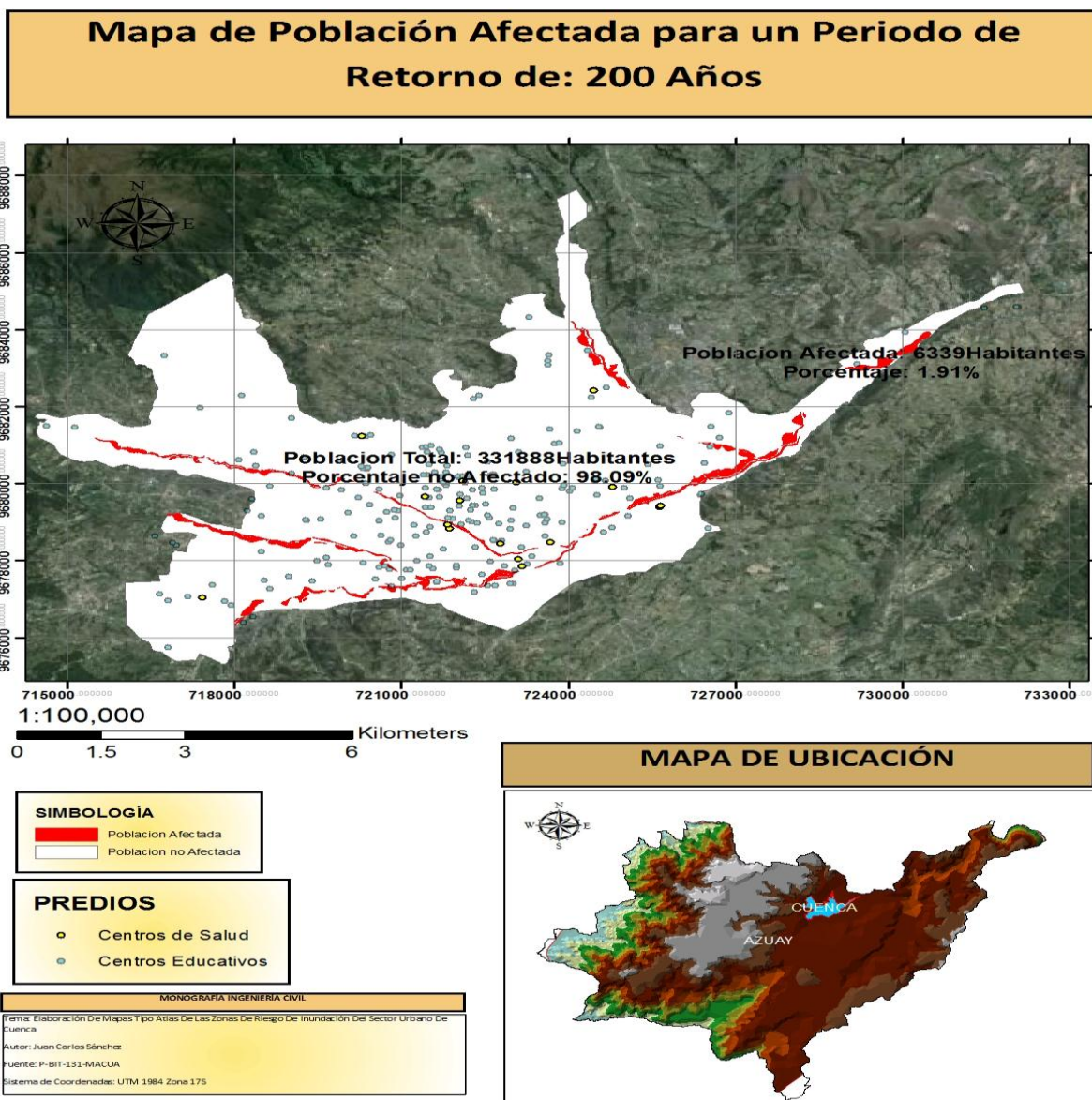


Figura 5 Porcentaje del Área Afectada de la Ciudad de Cuenca (200 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.4.1 Mapa de Población Afectada (Periodo de 200 Años)



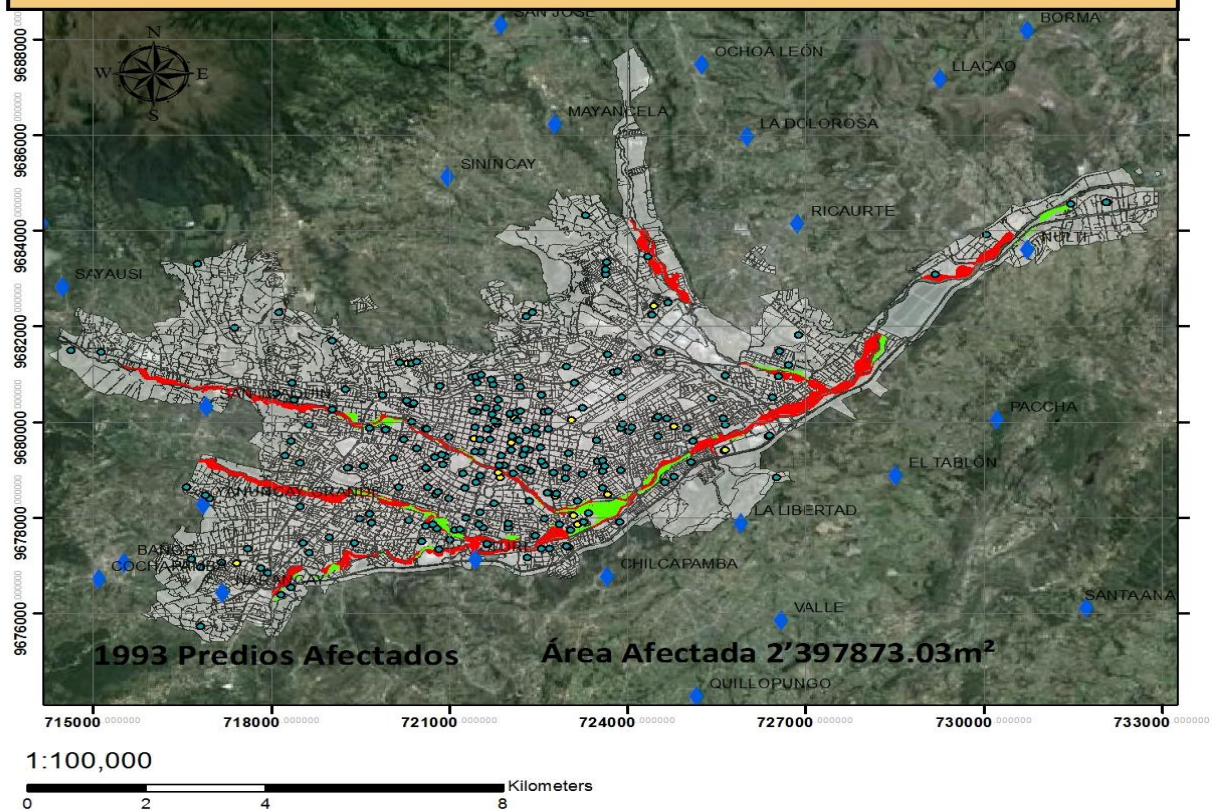
Como se puede apreciar en el mapa, el evento de crecida para un periodo de retorno de 200 años afecto a **1668 predios**. Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se puede concluir que la posible población q se vea afecta es de **6339 habitantes**, que representa un **1.91%** de la población urbana de Cuenca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

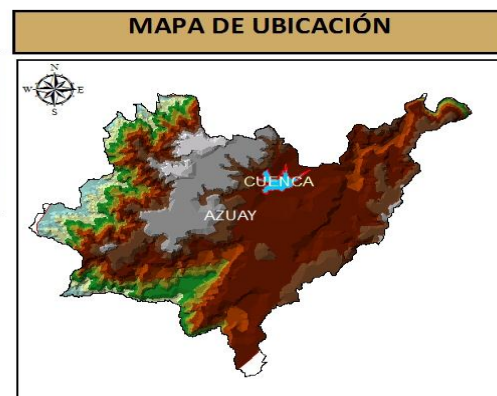
3.5 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 500 Años

Mapa De Predios Afectados Para Un Periodo De Retorno De: 500 Años



SIMBOLOGÍA	TIPOS DE PREDIOS
◆ Poblados	● Centros Educativos
■ Predios Afectados	○ Centros de Salud
□ Zona Urbana	■ Área no Poblada Afectada

MONOGRAFÍA INGENIERÍA CIVIL
Tema: Elaboración De Mapas Tipo Atlas De Las Zonas De Riesgo De Inundación Del Sector Urbano De Cuenca
Autor: Juan Carlos Sánchez
Fuente: P-BIT-131-MACUA
Sistema de Coordenadas: UTM 1984 Zona 17S



Este mapa presenta los predios y zonas no pobladas afectadas por la crecida de los ríos y quebradas en la zona de estudio para un periodo de retorno de 500 años, este



UNIVERSIDAD DE CUENCA

mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca.

Los centros educativos y de salud, no se ven perturbados por el evento de crecida para un periodo de retorno de 500 años.

En este mapa se puede observar que el área afectada es de 2'397 873.03 m², constituyendo el 2.57% del área urbana de la ciudad de Cuenca. Esta área perturbada está compuesta por un 75.61%(1'813 073.54m²) de predios, y un 24.39% (584799.49m²) de área no poblada.

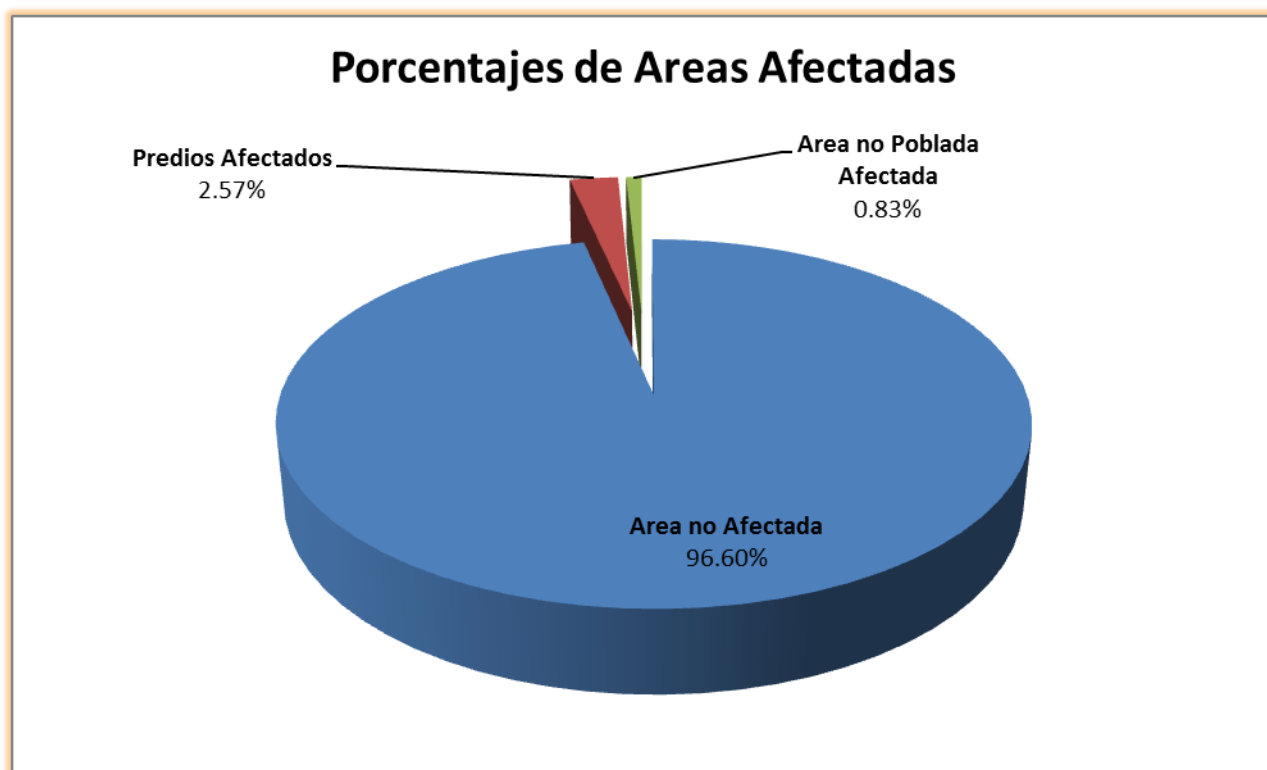
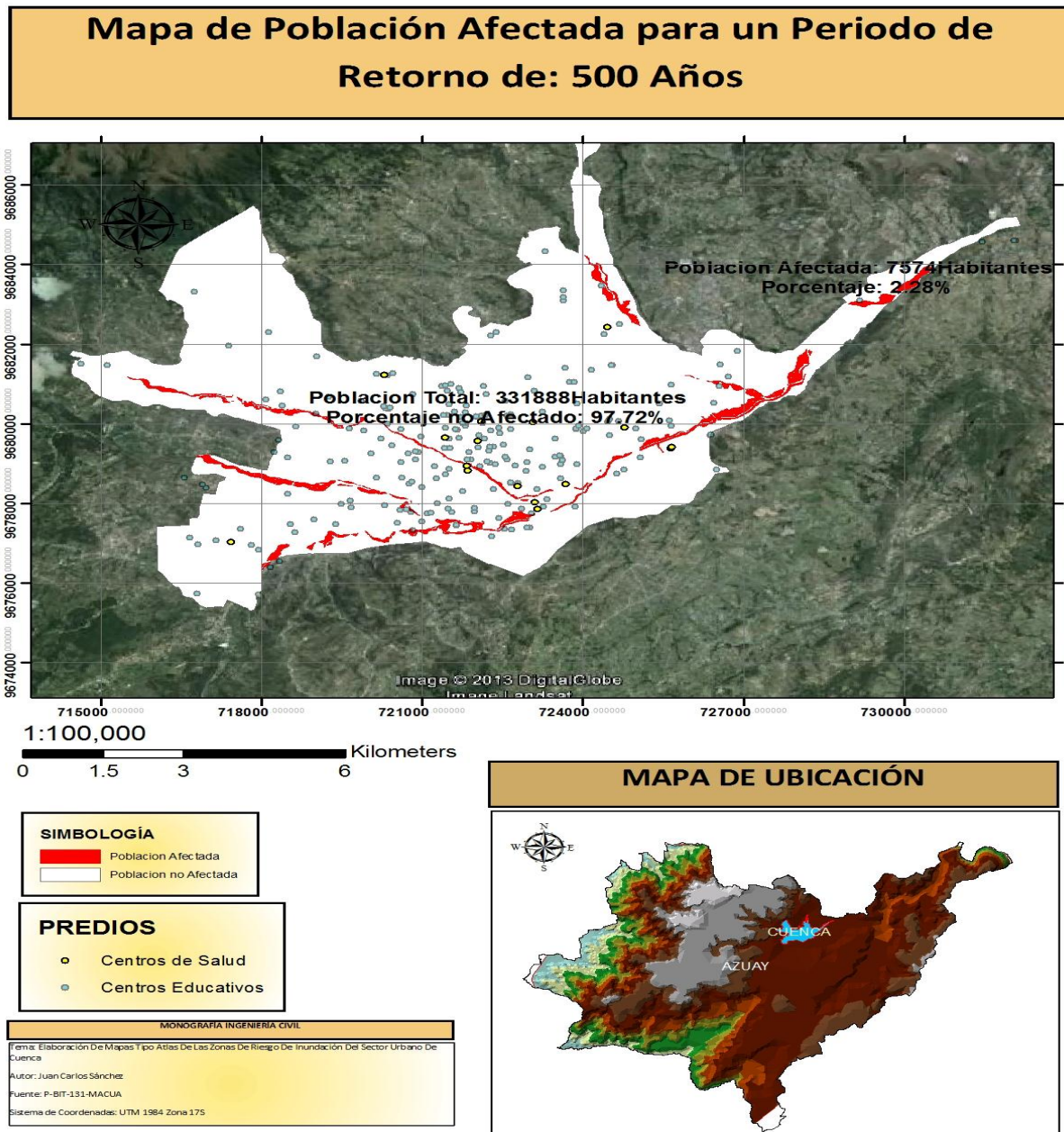


Figura 6 Porcentaje del Área Afectada de la Ciudad de Cuenca (500 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.5.1 Mapa de Población Afectada (Periodo de 200 Años)



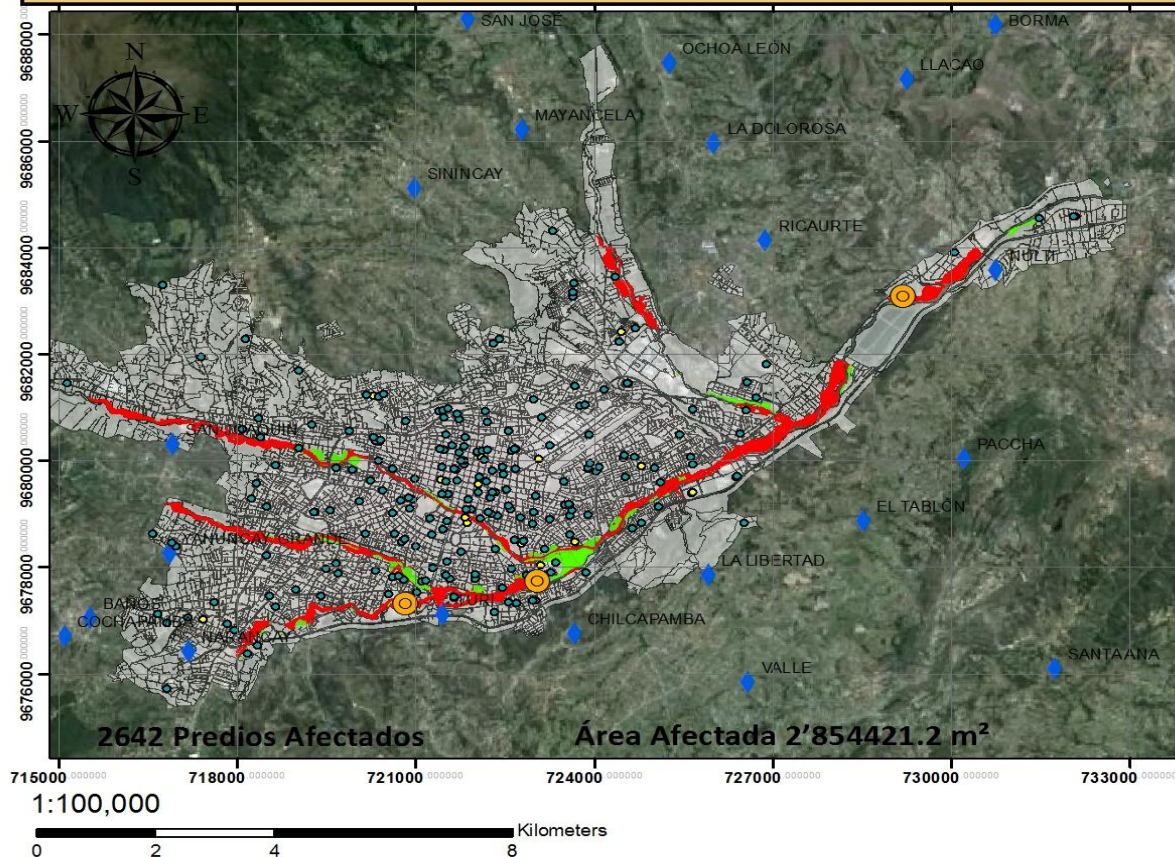
Como muestra el mapa anterior, fueron afectados **1993** predios por la crecida para un periodo de retorno de 500 años. Aplicando el criterio del INEC, la posible población que se ve afectada por esta amenaza es de **7574 habitantes**, que constituye un **2.28%** del total habitantes de la zona urbana.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.6 Mapa de Predios Afectados para un Periodo de Retorno de 1000 Años

Mapa De Predios Afectados Para Un Periodo De Retorno De: 1000 Años



SIMBOLOGÍA	
	Poblados
	Predios Afectados
	Zona Urbana

TIPOS DE PREDIOS	
	Centros Educativos Afectados
	Centros Educativos
	Centros de Salud
	Area no Poblada Afectada

MONOGRAFÍA INGENIERÍA CIVIL	
Tema: Elaboración De Mapas Tipo Atlas De Las Zonas De Riesgo De Inundación Del Sector Urbano De Cuenca	
Autor: Juan Carlos Sánchez	
Fuente: P-BIT-131-MACUA	
Sistema de Coordenadas: UTM 1984 Zona 17S	





UNIVERSIDAD DE CUENCA

El mapa presentado, constituye los predios y áreas no pobladas afectados por el evento de crecida de ríos y quebradas del sector urbano de Cuenca para un periodo de retorno de 1000 años, este mapa fue generado por medio de las áreas de inundación y los predios urbanos de la ciudad de Cuenca.

En este mapa se puede apreciar que este evento de crecida afecta a tres instituciones académicas, Francisca Arizaga en el sector del mall, el colegio Daniel Córdova Toral en el sector del parque “El Paraíso”, y el centro educativo American School en el sector de Challuabamba. También se puede observar que el sector del parque “El Paraíso”, Parroquia el Vergel, se ve muy afectado por el Río Yanuncay y Tomebamba imposibilitando el ingreso al Hospital General Vicente Corral Moscoso y al Hospital de Solca, a pesar de no estar dentro del área de incidencia.

En el mapa se logra determinar que el área afectada por la amenaza de inundación es de 2'854 421.2 m², significando el 4.04% del área total urbana de la ciudad de Cuenca. Esta zona se encuentra compuesta por 78.16% (2'231 034.89 m²) de predios, y 21.74% (623 386.31m²) de zonas no habitadas.

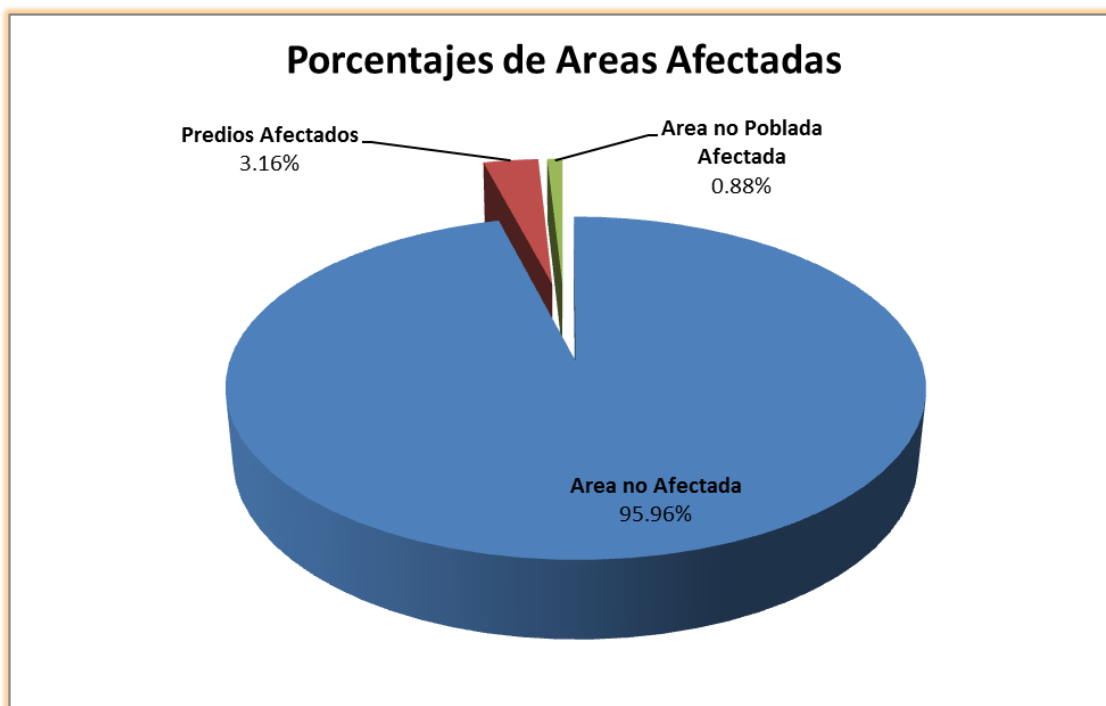
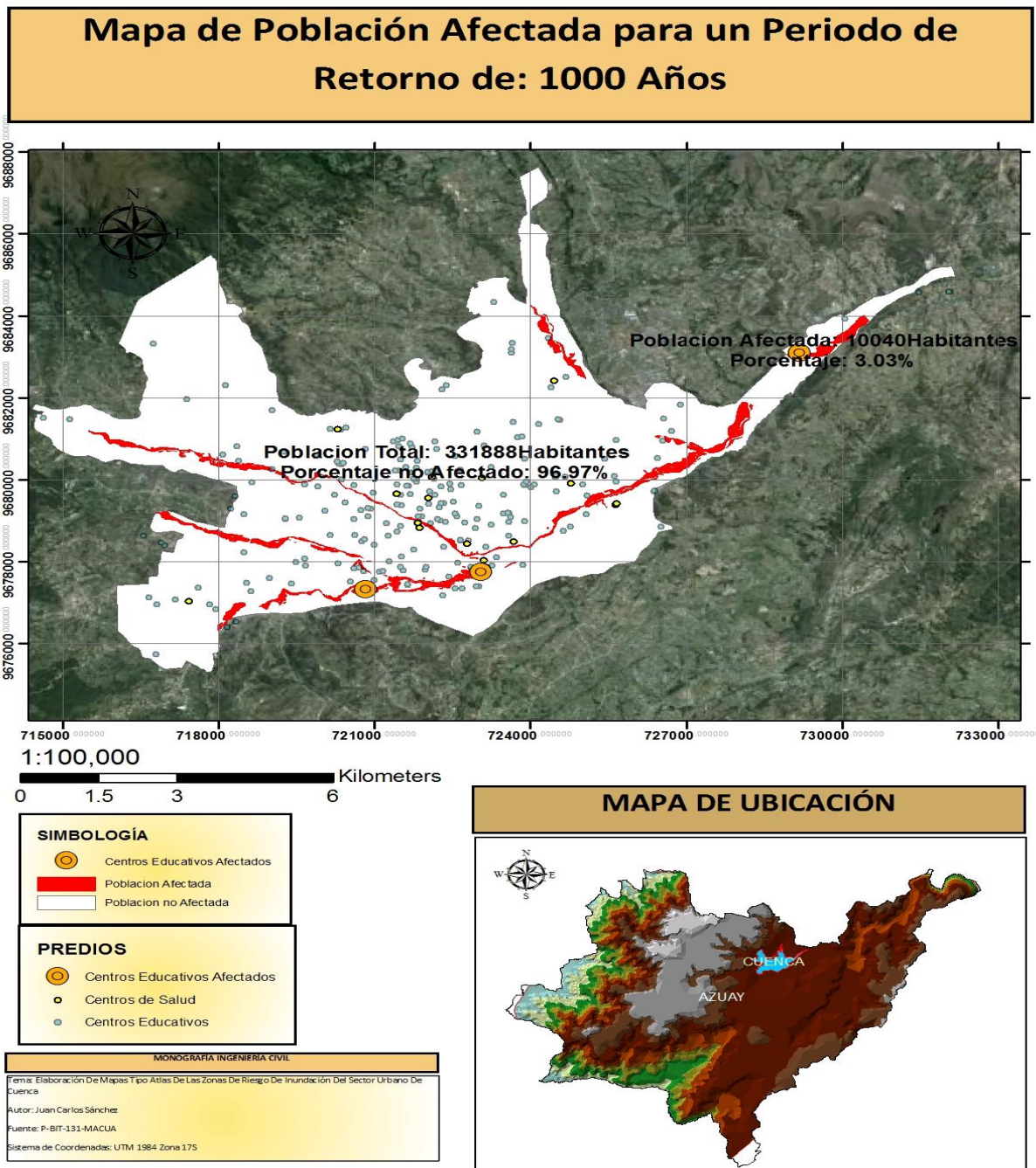


Figura 7 Porcentaje del Área Afectada de la Ciudad de Cuenca (1000 Años)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.6.1 Análisis Poblacional de los Resultados (Periodo de 1000 Años)

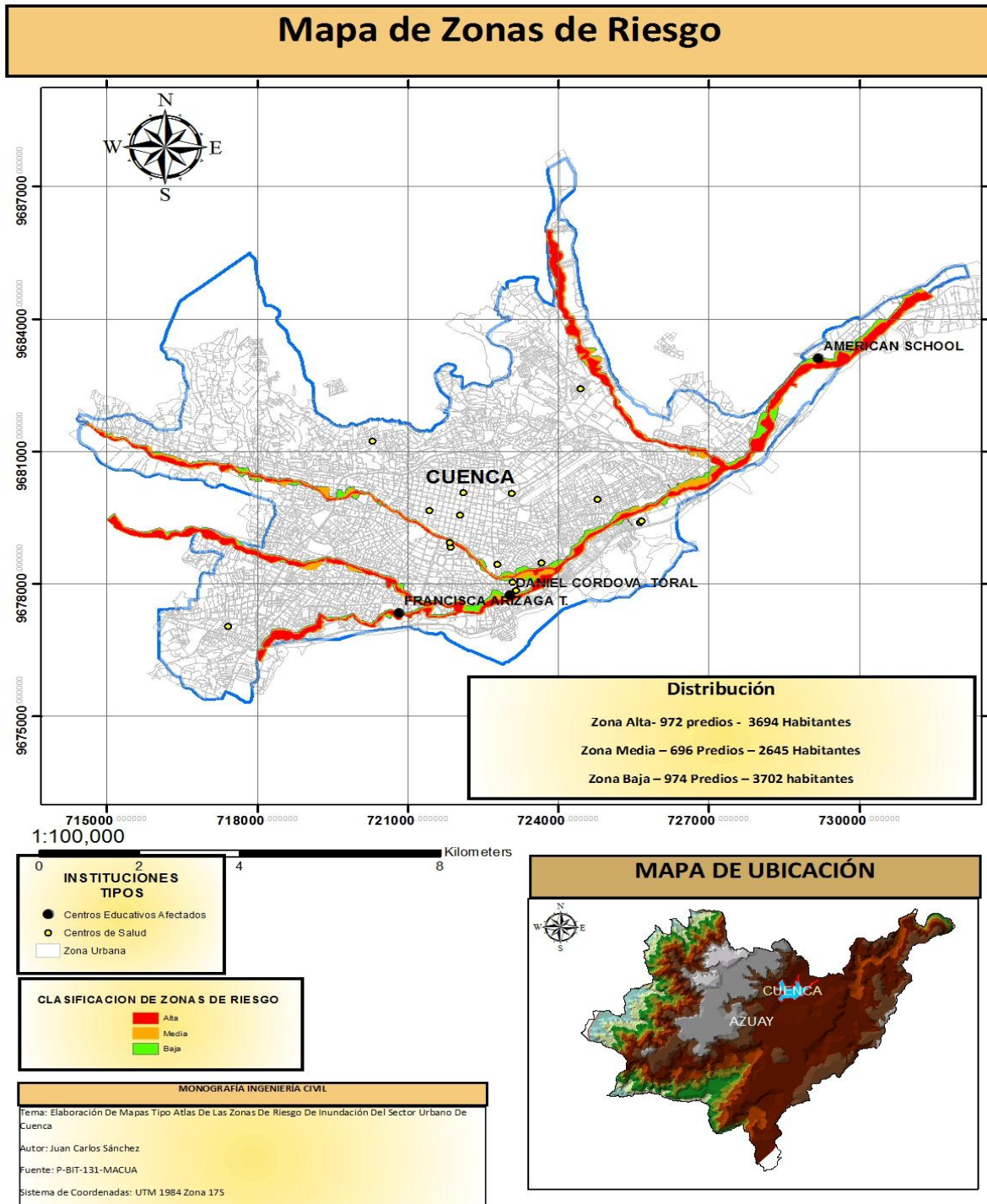


Como se pudo observar en el mapa, el evento de crecida para un periodo de retorno de 1000 años perturbo a **2642** predios. Con el mismo criterio tomado anteriormente, se puede decir que la posible población que se vea afectada por este evento sea de **10040 habitantes**, que representa un **3.03%** del total de la población urbana.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.7 Mapa de Zonas de Riesgo de Inundación





UNIVERSIDAD DE CUENCA

En este mapa se presentan las zonas de riesgo de inundación, que se clasifican en tres en media, alta, y baja. Para la realización de este mapa se tomó el siguiente criterio: La Zona de Riesgo Alta esta comprende las áreas de inundación de una crecida para un periodo de retorno hasta de 50 años, la Zona de Riesgo Media va desde el límite del área inundación de periodo de retorno de 50 años hasta la de 200 años, y la zona de riesgo baja se está comprendida desde la frontera del el área de inundación para una crecida de periodo de retorno de 200 años hasta una crecida de 1000 años de periodo de retorno.

Como se puede apreciar en el mapa solo tres establecimientos educativos se encuentran en riesgo de inundación, y constan en la zona de riesgo baja, por lo tanto no existe una gran posibilidad que un centro educativo sea afectado por una inundación.

La distribución de los predios en cada zona de riesgo es la siguiente:

- Zona de Riesgo Alta = 972 predios
- Zona de Riesgo Media = 696 predios
- Zona de Riesgo Baja = 974 predios

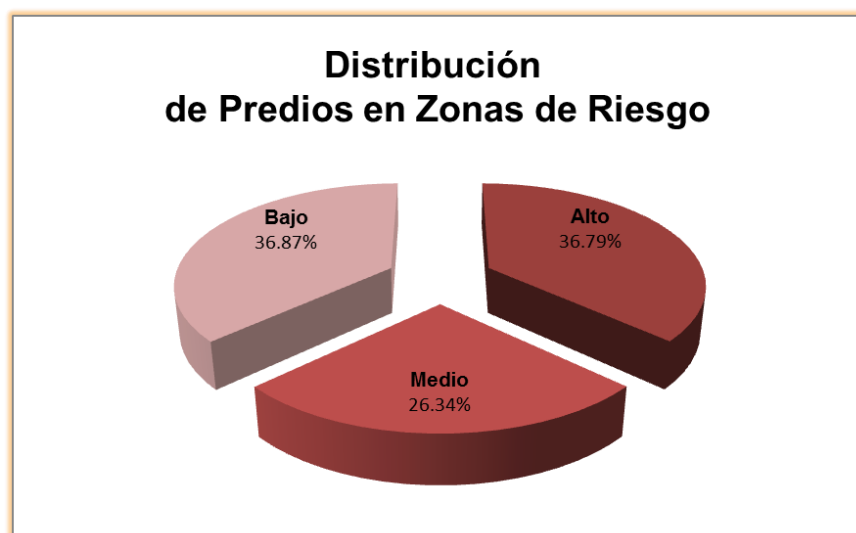


Figura 8 Distribución de Predios en Zonas De Riesgo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La distribución de habitantes afectados en las zonas de riesgo de inundación es la siguiente:

- Zona de Riesgo Alta = 3694 Habitantes
- Zona de Riesgo Media = 2645 Habitantes
- Zona de Riesgo Baja = 3702 Habitantes

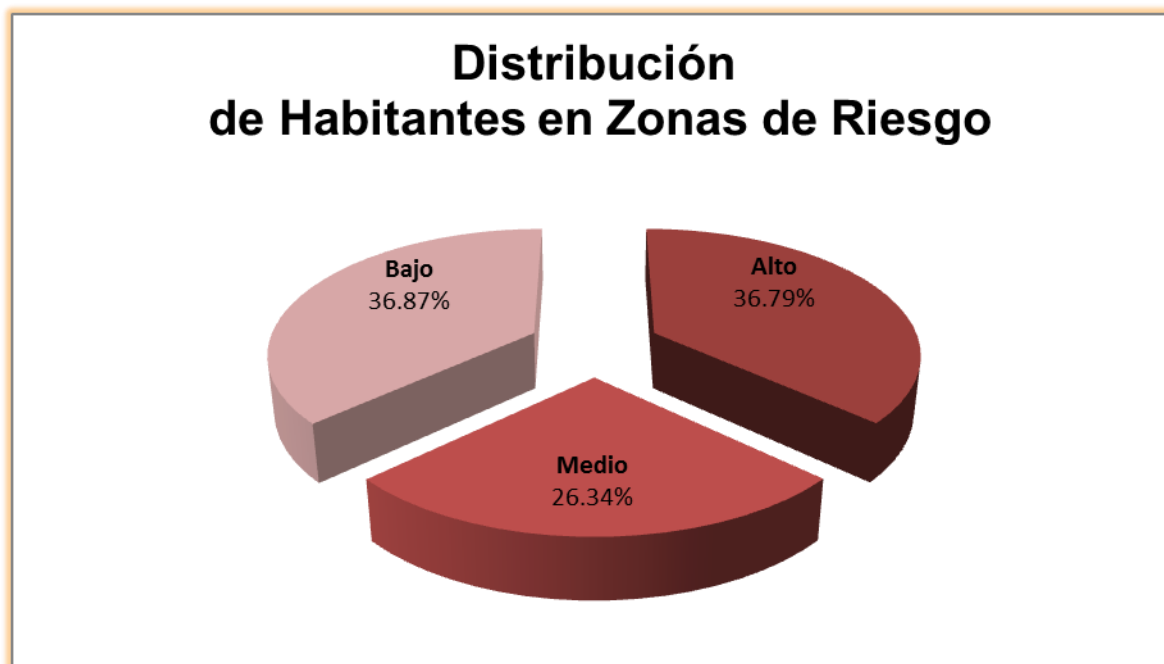


Figura 9 Distribución de Habitantes en Zonas De Riesgo



CAPITULO 4. Conclusiones y Recomendaciones

Como se pudo observar a lo largo de esta monografía, resultan evidentes las ventajas que nos brinda el manejo de la información espacial para nuestra carrera, particularmente la gran utilidad que significa combinar la potencialidad de la parte grafica del sistema con un banco de datos interactivo y de actualización automática, así como también la facilidad y versatilidad que posee el programa que se utilizó (Arc - GIS), el mismo con el que se consiguió ejecutar todos los mapas y manejar los datos para obtener los resultados anteriormente mostrados.

La utilización del SIG permitirá a los profesionales mejorar su visión en un contexto espacial, ya que el SIG asiste al profesional en la toma de decisiones.

Se ha conseguido establecer las zonas de peligro de inundación para cada priodo de retorno, a las mismas se las pudo calcular el área. Con la ayuda de los mapas realizados en esta monografía, es posible realizar un control de estas zonas durante un evento de crecida.

Se pudo determinar la cantidad de predios afectados por los eventos de crecida para cada uno de sus periodos de retorno, esto nos permite establecer que predios son los más vulnerables a un evento de inundación, para así tener mayor atención a estos si se da el caso que ocurra una inundación.

Se logró obtener la posible población afectada para estos eventos de crecida, así se podrá generar un plan de evacuación y ayuda más eficaz, si ocurriera un evento de inundación.

Sería muy conveniente el uso de un SIG que permitiera identificar de manera que se pueda publicar para el común de la población las rutas de evacuación, ubicación de albergues, centros de atención médica, etc. En caso de estas emergencias.

Con esta monografía, se trata de mostrar la virtudes que posee el manejo de información geográfica, pero también se ha logrado resaltar una gran cantidad de beneficios que esta herramienta nos ofrece, por lo tanto es vital importancia incentivar su utilización, ya que es una herramienta q nos permite la tomar decisiones de una manera más eficiente y nos da una planificación más profunda de un proyecto de estudio.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para concluir, es importante destacar que el uso de los SIG no debe ser manejado como un problema de tecnología, como ha sido durante años. En cambio, su uso debe reflejar la necesidad de una herramienta para el manejo de datos espaciales, con la finalidad de resolver un problema.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO 5. Bibliografía.

BOSQUE SENDRA, J. (1992). Sistemas de Información Geográfica. Madrid, Ed. Rialp.

Comas, D. (2002). Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Ariel Geografía.

http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que_2.html

<http://www.geotecnologias.com/gis.htm>

http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=69

Sistemas de información geográfica- Autor: Alvaro de J. Carmona y Jhon Jairo Monsalve R.

Arnoff, Stanley . geographic information Systems A. Managemnt perspective. WDL. Publications Canada 1991.

Castro Fernández, J. R. Los sistemas de información geográfica DPPF. Pinar del Río (2001).

Burrough, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment (Oxford: Clarendon Press, 1986).

Carstensen, L.W. "Developing Regional Land Information Systems: Relational Databases and/or Geographic Information Systems" in Surveying and Mapping, vol. 46, no.1 (March 1986).

Chambers, D. "Overview of GIS Database Design" in GIS Trends, ARC News Spring 1989. (Redlands, California: Environmental Systems Research Institute 1989)

SOFTWARE

Arc Map, version 10